

環境省

平成28年度環境技術実証事業
閉鎖性海域における水環境改善技術分野

実証試験結果報告書

平成29年3月

実証機関：日本ミクニヤ株式会社

実証技術：日の丸方式（キレートマリン等）による環境改善技術

実証申請者：日の丸産業株式会社

実証番号：090-1601

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

目 次

○全体概要	1
1. 実証対象技術の概要.....	1
1.1 実証技術の原理	1
2. 既存の試験結果の引用.....	2
2.1 試験実施者	2
2.2 試験内容	2
2.3 試験結果	2
2.4 実証試験に用いた材料.....	3
3. 実証試験の概要	4
3.1 実証試験実施場所の概要.....	4
3.2 実証試験区の配置状況.....	4
3.3 実証試験区の底質.....	5
3.4 実証試験の実施工程.....	5
3.5 実証試験の調査項目と調査方法.....	6
4. 実証試験結果	7
4.1 実証項目及び目標水準.....	7
4.2 硫化水素の発生抑制について.....	7
4.2.1 間隙水への鉄イオンの溶出.....	7
4.2.2 間隙水中の溶存硫化物、底質中の酸揮発性硫化物（AVS）	8
4.2.3 硫化水素の発生抑制について.....	9
4.3 付着藻類の増加について.....	9
4.4 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について.....	10
4.5 普及拡大に向けた課題.....	11
5. 参考情報	12
○本編	13
1. 導入と背景	13
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌.....	14
3. 実証対象技術の概要.....	16
3.1 実証対象技術の概要.....	16
3.2 効果と原理	18
3.2.1 実証対象技術の原理.....	18
3.2.2 既存の試験結果の引用.....	19
4. 実証試験場所の概要.....	21
5. 実証試験の内容	23
5.1 実証項目及び目標	23
5.2 調査項目	24
5.3 調査内容	25
5.3.1 実施対象技術の配置.....	25

5.3.2 実証試験（現地）	26
5.3.3 実証試験（補助）	31
5.4 スケジュール	34
6. 実証試験の結果と考察	35
6.1 実証試験期間中の気象概況	35
6.2 実証試験（現地）	36
6.2.1 水質調査	36
6.2.2 硫化水素の発生抑制について	38
6.2.3 付着珪藻の増加について	41
6.2.4 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について	46
6.3 考察	50
6.3.1 期待される導入効果	50
6.3.2 普及拡大に向けた課題	51
6.4 実証試験のまとめ	52
○付録	53
1. 用語集	54
2. 調査データ一覧	56
2.1 間隙水調査	56
2.2 底質調査	57
2.3 底生生物調査	59
2.4 アサリの成育試験	61
2.5 メソコスム実験	67
3. 写真集	71

○全体概要

1. 実証対象技術の概要

1.1 実証技術の原理

本実証技術は、嫌気性の底質にキレートマリンを設置し、鉄イオンとケイ素を溶出させることで、硫化水素の発生抑制や底質改善、水質改善を期待している。実証対象技術の原理を以下に示す（図 1-1）。

<底質改善>

- ① 嫌気性の底質にキレートマリンを設置することで、鉄イオンとケイ素が溶出される。
- ② 鉄イオンは、嫌気性の底質で硫化水素イオンと反応し硫化鉄となり、硫化水素の発生を抑制する。 $\text{HS}^- + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{FeS} + \text{H}^+$
- ③ 硫化水素の発生を抑制することで、底生生物の生息しやすい環境が形成され、生物量や生物の多様性が向上する。
- ④ また、溶出したケイ素や鉄イオンは、付着珪藻に取り込まれることで付着珪藻を増加させる。付着珪藻を捕食する底生生物や、巻き上がった付着珪藻を捕食する二枚貝などの成長促進が期待される。

<水質改善>

- ① 底質から溶出した鉄イオンやケイ素は、水中の珪藻類に取り込まれることで、珪藻類が増加する。
- ② 増加した珪藻類が水中の無機態窒素やリンを取り込むことで、水中の無機態窒素やリンの減少につながる。

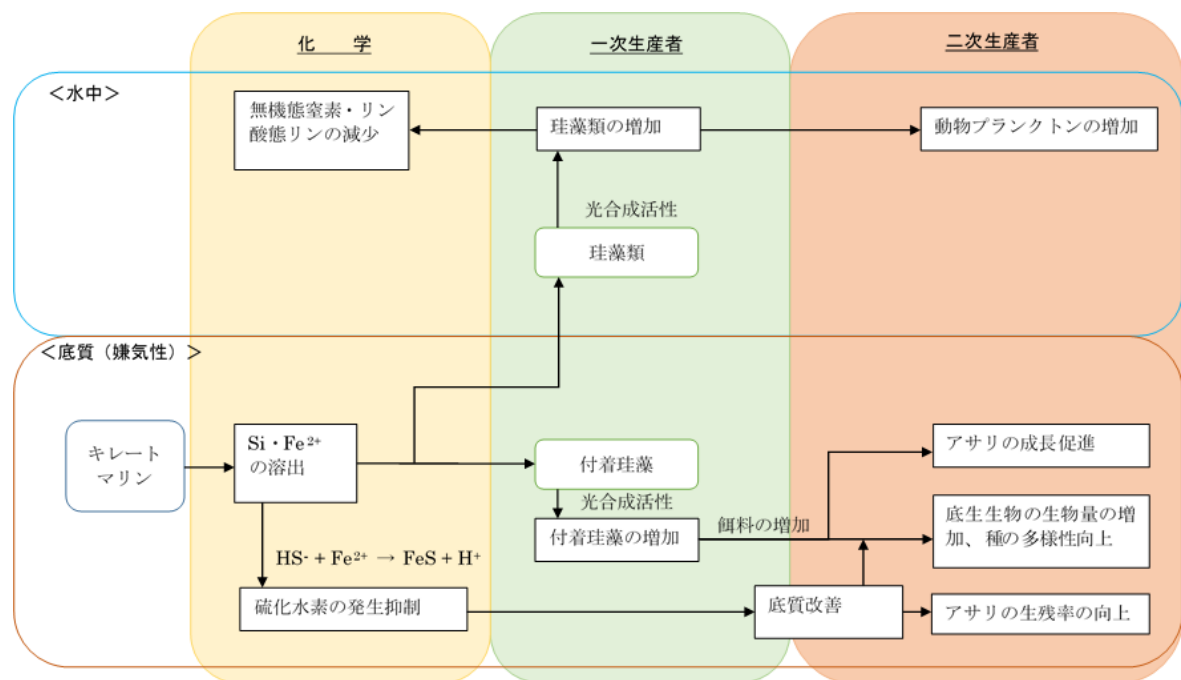


図 1-1 実証対象技術の原理

2. 既存の試験結果の引用

詳細は、「○本編 3.2.2 既存の試験結果の引用」の内容を参照。

2.1 試験実施者

財団法人 広島県環境保健協会

2.2 試験内容

広島市南区を流れる猿猴川の護岸にキレートマリンを設置することで、底質、間隙水及び底生生物に与える影響について調査を実施した。

2.3 試験結果

1) 硫化水素の発生抑制について

底質の経年変化を図 2-1 に示す。

平成 23 年度の対照区では、ORP が -339mV 、pH が 7.1 であり、硫化水素が発生しやすい環境が形成されている。しかし、平成 23 年度の実験区は、ORP が -216mV 、pH が 6.9 であり、硫化水素が発生する環境条件に至っていないと想定された。

このことから、キレートマリンによる硫化水素発生抑制の可能性が示唆された。

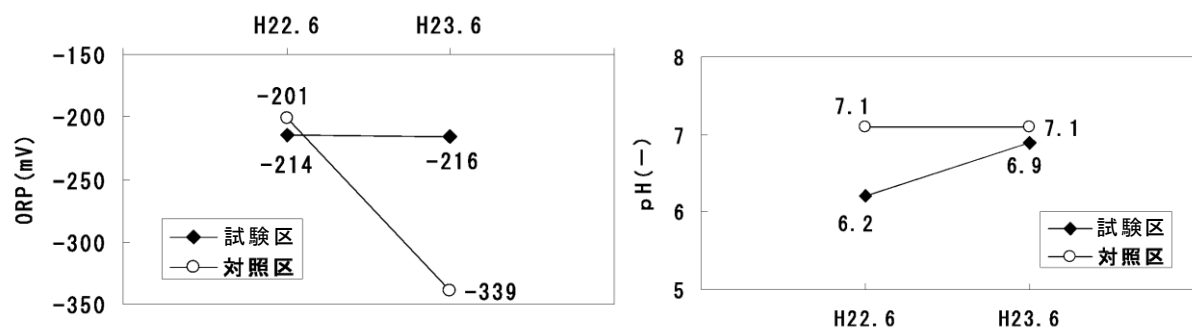


図 2-1 底質の経年変化

2) 底生生物について

試験区では 18 種 345 個体、対照区では 13 種 113 個体の生物が確認され、種類数、個体数とも試験区が対照区よりも多い結果を示した。

2.4 実証試験に用いた材料

本実証試験に用いたキレートマリンの概要を図 2-2 に示す。

<キレートマリンL型>

商品名		キレートマリンL	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
		外形寸法容量	
		重量：4kg/1 個	
		直径：175mm	
		高さ：115mm	
		風袋：3 個/束 商品コード： 0784026	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材 使用量： （海、川の場合）1 個/1 m ² （池の場合）1 個/4 m ² （水槽の場合）1 個/1 m ³ （1t）	
容量	入数	重量	サイズ
	3 個入	約 16kg	縦 350mm×横 380mm×厚み 120mm

<キレートマリンK型>

商品名		キレートマリンK2	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
			
パッケージ		中身	
		外形寸法容量	
		たて：500mm	
		よこ：400mm	
		厚み：100mm	
		（中身） 約 10～20mm 容量：（約 10kg） 商品コード： K2；0784044	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材	
容量	入数	重量	サイズ
	単品	約 10kg	縦 500mm×横 400mm×厚み 100mm

図 2-2 実証試験に用いたキレートマリン

3. 実証試験の概要

実証試験の実施概要を以下に示す。試験方法の詳細は、「○本編 5. 実証試験の内容」を参照。

3.1 実証試験実施場所の概要

実証試験の実施場所：広島県尾道市浦崎町戸崎干潟（松永湾内）

海域の特徴	松永湾は、福山市の西部と尾道市の東部に囲まれた北方にくぼんだ入り海である。この湾は東から福山市の沼隈半島及びこの半島西部が、さらに西に突き出した小半島によって囲まれ、ほぼ全域が陸地によって囲まれる。海水の出入りは、狭い戸崎瀬戸と尾道水道の2箇所を通じて行われる。 現在、干潟は本郷川と藤井川の合流地点付近を中心に、204haが残されている。広島県内では最大の干潟である。松永港区の航路整備の浚渫土砂を利用した人工干潟（海老地区、灘地区、百島地区）がある。また、尾道の漁獲は、たちうお、たい類、たこ類、ひらめ・かれい類、貝類などが主となっている。
実証試験実施場所の規模	松永湾は、面積12km ² 、干潟面積4.3km ² 、藻場面積0.2km ² 、自然海岸の延長1.7km（自然海岸の占める割合4.0%）で周囲を陸に囲まれた閉鎖性海域である。実証試験は、戸崎干潟での実施を予定しており、試験区域の規模は約300m ² （10m×10mを3区画）を想定している。
水質の状況	試験区域周辺の平成27年度の水質は、pHが8.0～8.2、D ₀ が6.9～10mg/L、窒素が0.07～0.21mg/L、リンが0.015～0.036mg/Lとなっている。鉄イオンは、定量下限値（0.1mg/L）以下となっている。また、水産庁の調査結果では、当該海域において渦鞭毛藻（Karenia mikimotoi）の赤潮が年間数回発生している。 出典）広島県の公共用水域水質測定結果
底質の状況	備後灘の含泥率、強熱減量、COD、T-P、T-Nは、東部海域から西部海域に向かって低くなる傾向がみられる。 試験区域周辺の底質はシルト質で、含泥率が13.0%、中央粒径0.24mm、強熱減量が3.8%、T-Nが0.28mg/g、T-Pが0.15mg/gとなっている。 出典）広島県HP（2011年更新）
生物生態環境	試験区域周辺の松永湾、海老地区、灘地区、百島地区では、アサリが多く確認されている。当該海域にはキセルハゼ、トビハゼ、タビラクチ（重田ら、未発表）が生息している。 出典）環境省HP
課題	○水質、底質、生物生態環境の点から、どのような改善が必要とされているか。 当該海域は、渦鞭毛藻類を中心とした赤潮の発生が年に複数回発生しており、生物生産性の確保の観点から改善が必要である。さらに、当該海域では鉄イオンの不足も指摘されている。 ○改善計画等、どのような検討が進められているか。
実証試験環境	○実証対象機器等の搬入は確保できるか 可能（陸路による） ○電気は利用可能か 不可 ○実証試験の擾乱要因となるような特性はないか 無し（自然現象を除く） ○試料採取は可能か 可能 ○実証試験の時期 7月～10月
有識者の見解	実証試験を行う上での留意すべき点 ・本技術が対象とするプランクトンの種類、増殖の原理等の前提条件を明確にする必要がある。また、渦鞭毛藻類の増加等、環境への悪影響が生じていないか、長期的なデータに基づく確認が必要である。 ・海水の流動があるため、水質の比較・評価は難しいが、底質では評価が可能であると考えられる。現実的な実証項目に絞る必要がある。 ・本技術の効果として挙げられている鉄分の溶出について、事前に試験海域の鉄分を測定した方がよい。



図 3-1 実証試験場所（広島県尾道市 松永湾）

3.2 実証試験区の配置状況

試験概要を図 3-2、試験区域の概要を図 3-3 に示す。

実験場所として同程度の地盤高に、10m×10mの試験区域を3区域（試験区①：キレートマリン L 型×100 個、試験区②：キレートマリン K 型×20kg、対照区）設置して、試験を行った。

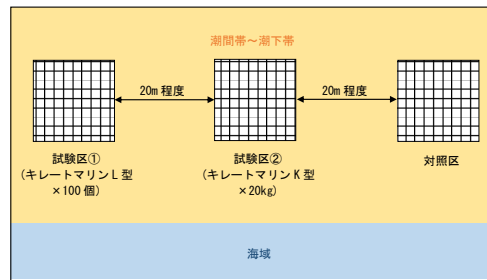


図 3-2 試験概要

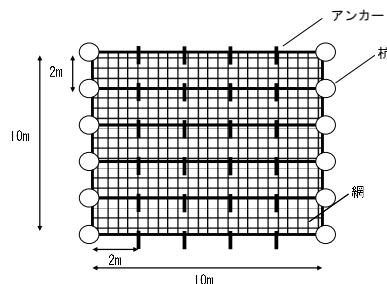


図 3-3 試験区域の概要

3.3 実証試験区の底質

各試験区において、キレートマリン設置前に底質の分析を行った。表 3-1、表 3-2 に結果を示す。

表 3-1 各試験区におけるキレートマリン設置前の底質分析結果

試験区①(キレートL型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	28.7	7.26	63	28.2	7.16	14	27.9	7.45	-17	27.5	7.49	-26
N2	28.4	7.40	49	28.0	7.35	-15	27.2	7.42	-18	27.1	7.45	-19
N3	28.4	7.71	81	28.0	7.30	-6	27.8	7.52	10	27.4	7.48	83
平均値	28.5	7.46	64	28.1	7.27	-2	27.6	7.46	-8	27.3	7.47	13
標準偏差	0.1	0.19	13	0.1	0.08	12	0.3	0.04	13	0.2	0.02	50

試験区②(キレートK型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

対照区

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

表 3-2 各試験区におけるキレートマリン設置前の底質分析結果

	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)	強熱減量 (%)	AVS(mg/L)
N1	2.4	0.049	2.5	0.029	2.6	0.013
N2	-	0.062	-	0.044	-	0.020
N3	-	0.059	-	0.038	-	0.003
平均値	-	0.057	-	0.037	-	0.012
標準偏差	-	0.006	-	0.006	-	0.007

3.4 実証試験の実施工程

実証試験の実施工程を表 3-3 に示す。

表 3-3 実証試験の実施工程

実証試験 (現地)	施工前		施工		施工1ヶ月後	施工3ヶ月後
	7/18	7/19	7/20	7/22	8/18	10/22
施工			●	●		
事前調査	●	●				
現地調査	●	●			●	●

メソコスム実験	設置時	設置1日後	設置2日後	設置8日後	設置14日後	設置19日後
	8/15	8/16	8/17	8/23	8/29	9/3
屋外	●	●	●	▲	▲	▲
備考				※水温、pH クロロフィルa	※水温、pH クロロフィルa	※水温、pH クロロフィルa

3.5 実証試験の調査項目と調査方法

・水質調査

実証海域の状況を把握するため、水質調査を実施した。水温、塩分、D0、pH、クロロフィル a については、多項目水質計（AAQ JFE アドバンテック(株)製）を用いて測定した。

・間隙水調査

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素が溶出されるか確認を行った。また、鉄イオンの溶出により、底質中の硫化水素が抑制されているかを検証した。サンプリングにはシリンジを用いて、表層から深度 10cm 程度の試料を採取（各 N=3）した。なお、10 月調査では表層 10cm の他に、表層 5cm の試料も採取した。採取した試料は、現地で遠心分離を行い、硫化水素及び鉄イオンは検知管を用いて分析を行った。ケイ酸は、室内に持ち帰り室内分析を行った。

・底質調査

キレートマリンを底泥に設置することで、硫化水素が固定されたかどうかを検証するため、底質調査を実施した。現地の底質及びキレートマリンの状況（色や性状など）を目視にて観察した。その後、底質の採取を行った。酸化還元電位は ORP 計、pH は pH 計を用いて表層、5 cm、10cm、15cm の鉛直測定を行った。AVS は表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、検知管分析を行った。強熱減量は、表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、分析機関に搬入し、室内にて分析を行った。クロロフィル a は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=1）による定量採集を行い、室内にて分析を行った。なお 10 月調査では、クロロフィル a は N=3 で試料を採取した。

・底生生物調査

キレートマリンを還元状態の底泥に設置することで、硫化水素が固定され、底生生物の生残率が向上するかを把握するため、底生生物調査を実施した。底生生物は、コドラート（方形枠 25cm×25cm）による定量採集を行い、1mm 目合のふるいを用いてふるい分けを行った。ふるいに残った試料をホルマリン固定（10%）し、室内にて同定を行った。

・底生微細藻類調査

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、底生微細藻類が増加するか把握するため、底生微細藻類調査を実施した。底生微細藻類は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=3）による定量採集を行い、ホルマリン固定（5%以下）した後、室内にて同定を行った。

・アサリの成育試験

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、珪藻類が増加し、それを餌とするアサリの成育促進に繋がるかを検証するため、成育状況を把握した。試験は、育成籠（50cm×50cm×50cm）にアサリを 50 個体（詳細は、現地の生息密度の程度で調整）入れ、各試験区に 3 箇所設置した。殻長、殻高、殻幅、湿重量を測定し、アサリの生残率も併せて把握した。調査による底質の攪乱を抑制するため、8 月調査では各試験区 1 つの育成籠のみを対象とした。10 月調査では、殻長、殻高、殻幅に加えて、軟体部重量を測定し、肥満度を算出した。

・メソコスム試験

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素の溶出、珪藻類の成長の促進、水中の無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）や無機態リンの低減について検証した。透明な水槽を設置し、容器内のクロロフィル a、無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リン、硫化水素、鉄イオンの観測を行った。なお、補足的に水温及び pH も併せて計測した。無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リンについては、容器内の水を直接採取した。採取した試料は、暗冷保存した状態で室内にて分析を行った。水温、pH、クロロフィル a については、多項目水質計を用いて測定した。硫化水素及び鉄イオンについては、検知管で分析を行った。付着珪藻は、5cm×5cm コドラートを用いて定量採集を行った。

4. 実証試験結果

4.1 実証項目及び目標水準

本実証試験の実証項目と目標水準を表 4-1 に示す。

表 4-1 実証項目及び目標水準

実証項目	目標水準
① 硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと 項目：硫化水素
② 付着珪藻の増加	対照区に比べ底生微細藻類、クロロフィル a が試験区で高いこと 項目：底生微細藻類、クロロフィル a
③ 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ底生生物の生物量、種の多様性が試験区で高いこと 項目：底生生物

4.2 硫化水素の発生抑制について

4.2.1 間隙水への鉄イオンの溶出

間隙水中の鉄イオンの測定結果を図 4-1 に示す。

- 鉄イオンは、施工前の 7 月に試験区①（キレート L 型）と試験区②（キレート K 型）で 5.0mg/L、対照区で $4.7 \pm 0.6\text{mg/L}$ を示した。
- 8 月では試験区①（キレート L 型）で 3.0mg/L、試験区②（キレート K 型）で $3.0 \pm 0.8\text{mg/L}$ 、対照区で $0.7 \pm 0.5\text{mg/L}$ を示し、対照区と比較して、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）が有意に高かった（ウィルコクソン順位和検定、 $p < 0.05$ 、 $n=3$ ）。
- 10 月の表層 10cm で測定した鉄イオンは、各試験区とも検出されなかったが、表層 5cm では試験区①（キレート L 型）でのみ鉄イオンが検出され、 $0.7 \pm 0.5\text{mg/L}$ であった。
- 以上のことから、キレートマリン L 型、K 型ともに鉄イオンが溶出されていると推察された。さらに、キレートマリン L 型では、継続性も見られた。

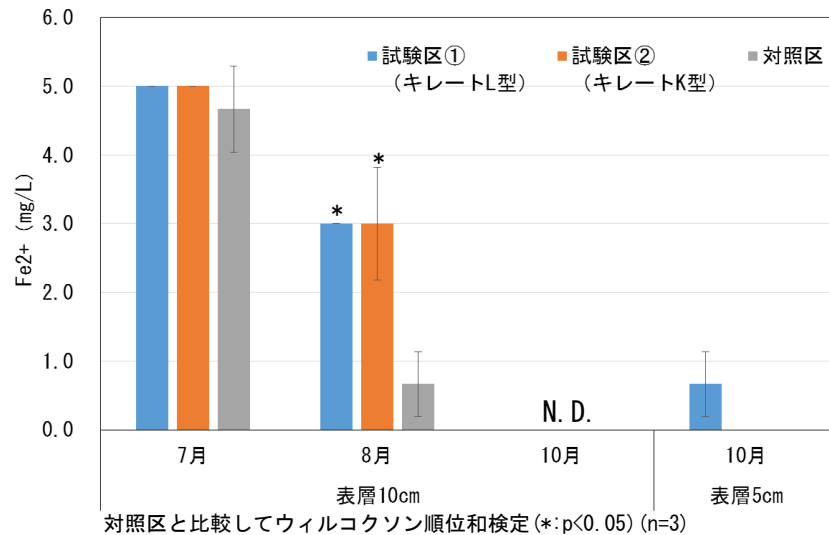


図 4-1 間隙水中の鉄イオン

4.2.2 間隙水中の溶存硫化物、底質中の酸揮発性硫化物 (AVS)

間隙水中の溶存硫化物、底質中の AVS の測定結果を図 4-2 に示す。

- ・溶存硫化物は、試験期間中、各試験区とも検出されなかった。
- ・底質中の AVS は、キレートマリン設置時(7月)に既に有意な差が確認されたため、各試験区の7月を基準とし、7月からの増減量で評価した。試験区①は、対照区に比べ高い傾向にあることが示唆された。試験区②は、増加する傾向は見られなかった。
- ・以上のことから、試験区①では、キレートマリンを設置した下の層で発生した硫化物イオンが、キレートマリンから溶出した鉄イオンと反応し硫化鉄となり、固定された結果キレートマリン周辺で底質中の AVS が高くなったと考えられた。従って、キレートマリンを設置することで、周囲で発生する硫化物イオンを底質に固定する効果が考えられた。

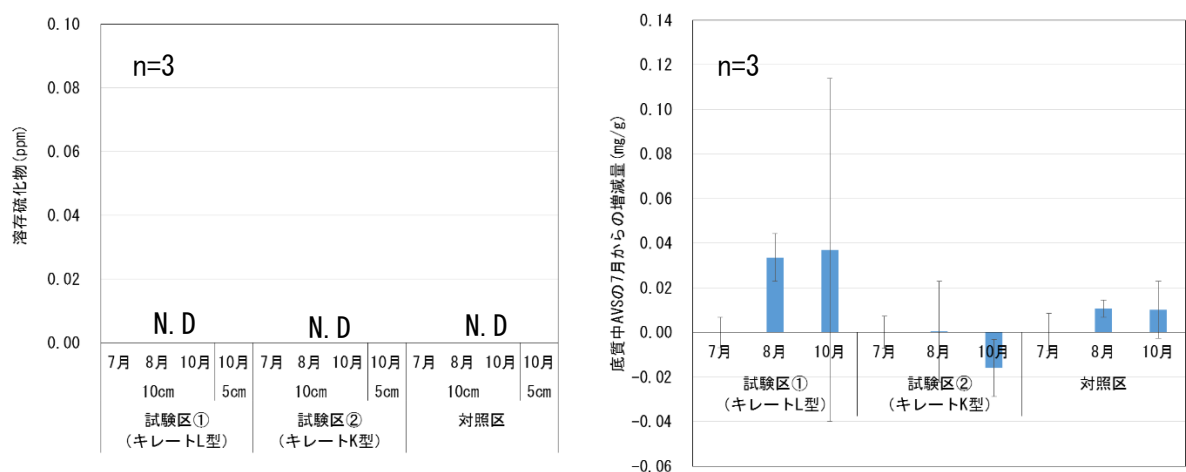


図 4-2 間隙水中の硫化物(左図)と底質中の AVS(右図)

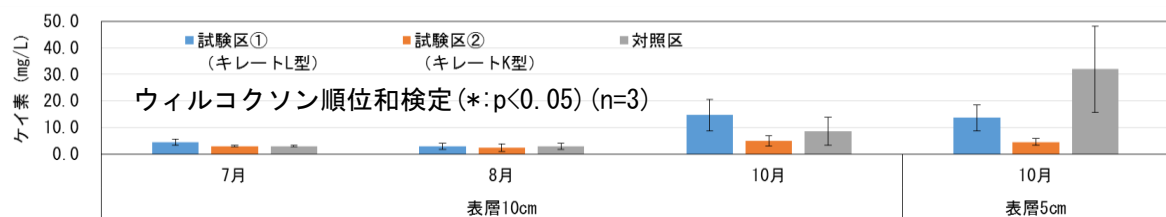
4.2.3 硫化水素の発生抑制について

対照区において硫化水素の発生が見られなかったため、硫化水素の発生抑制効果の評価までには至らなかった。ただし、キレートマリンの原理である鉄イオンの溶出と硫化物の固定効果（試験区①のみ）を捉えることができた。

4.3 付着藻類の増加について

間隙水中のケイ素、付着藻類および羽状目珪藻の結果を図 4-3 に示す。

- ・間隙水中のケイ素は、対照区と比べて、有意な差は確認されなかった。
- ・付着珪藻の平均細胞数は、対照区と比べて試験区①、②ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区②は対照区と比べて高くなる傾向が見られた。
- ・羽状目珪藻の細胞数は、対照区と比べて試験区①、②ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区①、②ともに対照区と比べて高くなる傾向が見られた。
- ・環境変動や供給と消費の観点から、本試験ではケイ素の溶出効果までは現地で確認できなかったが、付着珪藻の種組成の変化から、安定的にアサリの餌となる羽状目珪藻類が定着しやすい環境が形成されている可能性が考えられた。



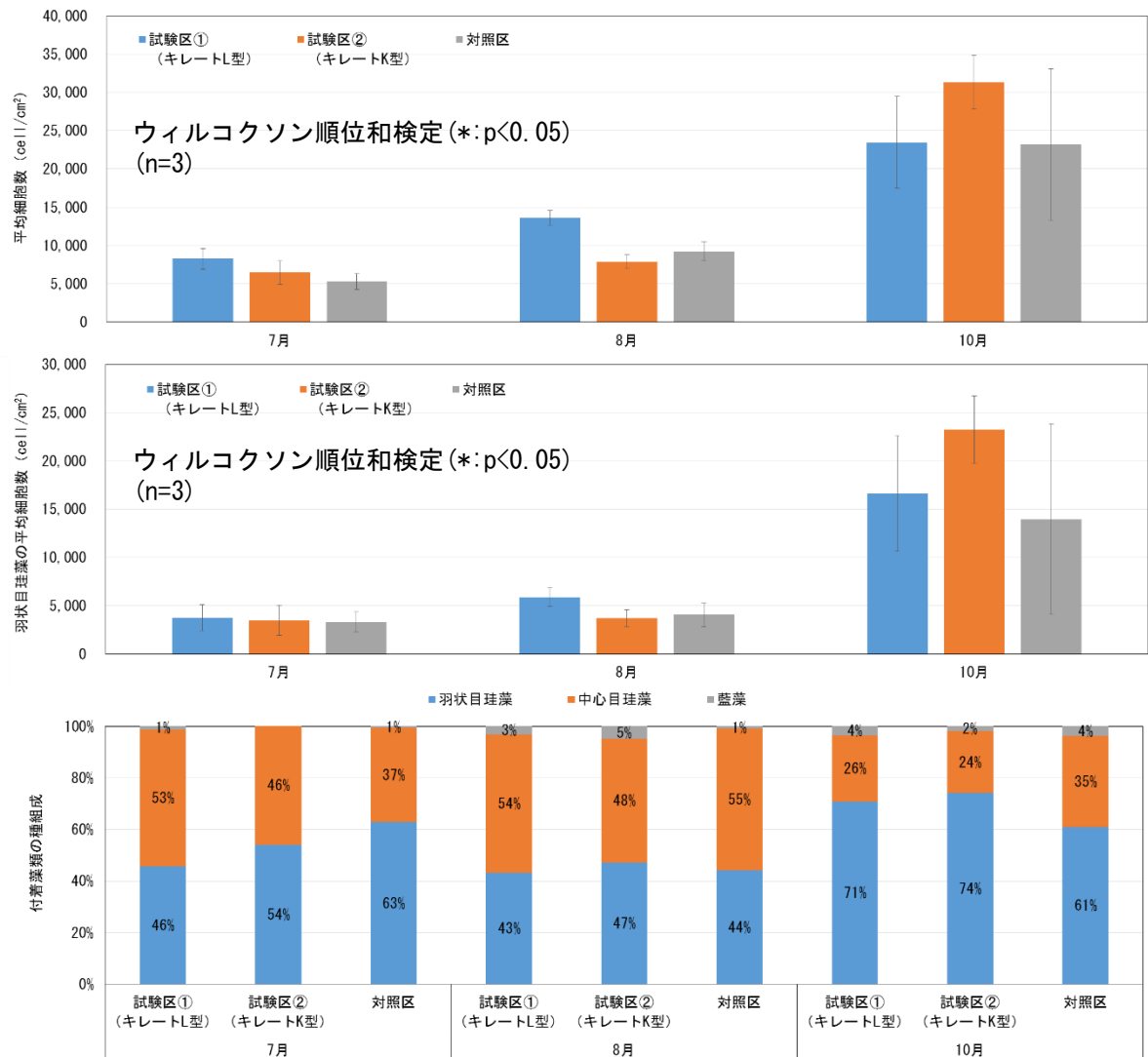


図 4-3 間隙水中のケイ素、付着藻類および羽状目珪藻の結果

4.4 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について

底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）を表 4-2、図 4-4 に示す。

- ・ 確認された底生生物の種構成は、季節変動が大きく、7 月と 10 月では構成種が大幅に異なるため、対照区を基準（対照区を母数）として評価した。
- ・ 対照区に対する試験区①の個体数の割合は、増減は見られなかったが、試験区②は 7 月より 10 月で高くなる傾向が見られた。
- ・ 本実証試験では、対照区を基準とした試験区②で底生生物の生物量（個体数）の増加傾向が見られた。しかし、底生生物の多様度が対照区と差は確認されなかった。

表 4-2 底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）

	個体数(個体/m ³)			対照区に対する試験区の割合	
	試験区①	試験区②	対照区	試験区①/対照区	試験区②/対照区
7月	3,129	2,062	1,244	251.5%	165.8%
10月	2,169	2,418	853	254.3%	283.5%
変動率	69.3%	117.3%	68.6%	2.8%	117.7%

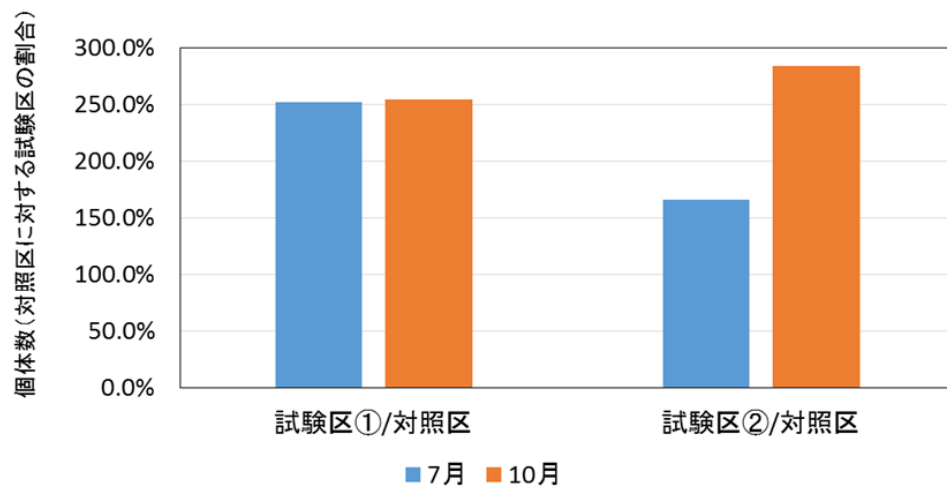


図 4-4 底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）

4.5 普及拡大に向けた課題

キレートマリン L 型を設置した試験区①において、設置後 1 か月で局所的に硫化水素の発生が確認された。これは、キレートマリン L 型を底質中に 10cm 埋め込んだことで、その周辺が一時的に還元状態となり、硫化水素が発生しやすくなったためと考えられる。このことから、キレートマリン L 型については運用面に課題が確認されたため、普及拡大に向けては現地の状況や、ニーズに併せた運用方法を適宜検討することが重要である。なお、本実証試験は、3 か月間という短い期間での試験であったため、長期的に試験を行うことでキレートマリンの効果をより把握できるものと考えられる。

5. 参考情報

（※注意：以下に示された技術情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。）

項目		実証申請者または開発者 記入欄
製品名・型番		日の丸方式（キレートマリン等）
製造（販売）企業名		日の丸産業株式会社
連絡先	TEL/FAX	TEL：082-281-4292 / FAX：082-281-8621
	Web アドレス	http://www.hinomarusangyo.com/
	E-mail	jhsmkyt@yahoo.co.jp
設置・導入条件		富栄養化した海域（窒素・リンが豊富にあり貧酸素になる海域） ① この地域にキレートマリンを設置することで植物プランクトンの増加が見込まれる。 ② また、硫化水素を固定化する。 その結果、窒素・リンといった有機物等の低下、硫化水素の発生抑制に伴った魚貝類の死滅率が低下する。さらに、悪臭の軽減が見込まれる。富栄養化になっているアサリの養殖場や悪臭が発生する地域での設置が有効。
必要なメンテナンス		－
耐候性と製品寿命等		
コスト概算 （条件：設置費用及び製品運搬料は含みません。）	イニシャルコスト（100m ² 当たりを想定）	
	土木費	40,000 円/100m ²
	資材費	20,000 円/100m ²
	合計	60,000 円/100m ²
	ランニングコスト	
		0 円
	合計	0 円

○本編

1. 導入と背景

環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とする。

本実証技術は、嫌気性の底質にキレートマリンを設置し、鉄イオンとケイ素を溶出させることで、硫化水素の発生抑制や底質改善、水質改善を期待している。

嫌気性の底質では、溶出した鉄イオンと硫化水素イオンが反応し硫化鉄となることで、硫化水素の発生を抑制すると考えられる。硫化水素は毒性が高く、この発生を抑制することで、底泥中に生息する底生生物の生息可能な環境を維持できると期待される。

次に、付着珪藻は、溶出した鉄イオンとケイ素を取り込むことで成長が促進され、付着珪藻の増加に繋がると考えられる。さらにこれらのことにより、付着珪藻を捕食する底生生物や、巻き上がった付着珪藻を捕食する二枚貝などの成長が期待される。底生生物が生息しやすい環境が形成されることにより、自然本来が有する物質循環機能を形成・維持させることが期待される。

また、水中で溶出した鉄イオンやケイ素は、水中の珪藻類の成長に利用されることで、珪藻類が増加すると考えられる。増加した珪藻類が水中の無機態窒素やリンを取り込むことで、水中の無機態窒素やリンを減少させ、富栄養化された水質を改善し、良好な環境を維持させることが期待される。

本実証試験では、専門家で構成される技術検討委員会において、環境への悪影響がないことを確認した上で、上記の効果について検討を行った。

2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験評価実施体制を図 2-1 に、実証機関の責任分掌を表 2-1 にそれぞれ示す。本業務の実施に当たって、特定非営利活動法人大阪湾沿岸域環境創造研究センターとの連携・協力を図り、更なる公平性・公正性を担保した。照査については、当社 BCM 推進センターにおいて実施した。

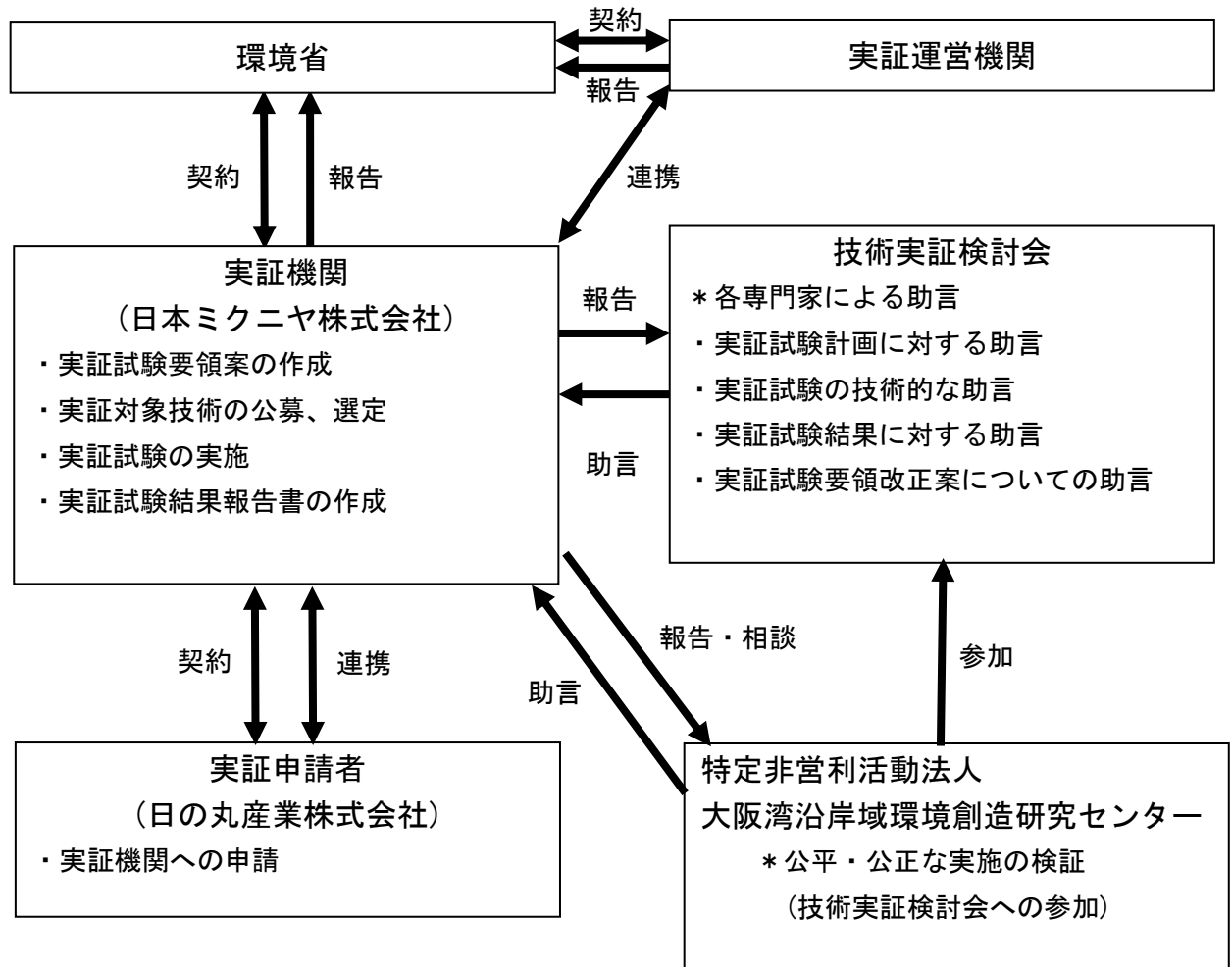


図 2-1 実証試験評価実施体制

表 2-1 実証機関の責任分掌

区分	実証試験参加者		責任分掌	参加者
実証機 関	日本 ミク ニヤ 株式 会社	統括・ 計画管理	実証事業の全プロセスの運営管理	専務取締役 岩井克巳 実証事業事務局 深谷惇志
			実証試験対象技術の公募・審査	
			実証試験計画の策定	
			実証試験に係る手数料額の確定	
			実証試験要領改正案の作成	
			技術実証検討会の設置、運営	
			実証運営機関との連携、協力	
			個別ロゴマーク及び実証番号の交付事務	
		経理	手数料の徴収	本社・総務部課長 松岡江美
			会計・経理処理	
		現地計画・ 現地調査	実証試験計画の策定補助	中国支店課長 富田智
			実証試験の実施	
		分析・デー タの検証	実証試験結果の整理	
			実証技術検討会資料の作成	
			実証試験結果報告書の作成	
		品質監査	品質管理システムの運用	生産技術事業部 高須是樹
			各担当の実施内容の照査	
			内部監査の実施	
環境技 術開発 者	日の丸産業 株式会社	実証対象技術の準備	日の丸産業 株式会社 清田忠志	
		実証対象技術の運搬、設置、撤去に係る経 費負担		
		実証試験に係る調査、水質分析、消耗品等 の経費負担		
実証試 験実施 場所の 所有者	浦島漁業協同組合	実証試験実施場所の提供	浦島漁業協同組合	

3. 実証対象技術の概要

3.1 実証対象技術の概要

富栄養化した閉鎖性海域（窒素、リンが豊富にあり貧酸素化しやすい海域）では、栄養塩類の濃度が高まることで海中における生産・消費・分解のバランスが崩れ、水質や底質の汚濁を招く。海底の底質が嫌気状態になると、嫌気性のバクテリアによる有機物の分解が進み、硫化水素が発生する。

硫化水素は生物に対する毒性が高いため、底生生物のへい死を引き起こし、底質の悪化をもたらす。

本実証技術は、嫌気性の底泥中にキレートマリンを設置することにより、鉄イオンやケイ素を溶出させ、以下の効果を期待した。

実証技術により期待する効果：

<底質改善>

- ① 溶出した鉄イオンと硫化水素イオンを反応させることで、硫化水素の発生を抑える。
- ② 硫化水素の発生抑制と、溶出した鉄イオンとケイ素による付着藻類の増加によって、底生生物量を増加させる。

<水質改善>

- ① 珪藻類の増加により、無機態窒素を減少させる。

既存技術（鉄溶出資材の鉄鋼スラグ）に対する、本実証技術の期待する優位性を以下に示す。

- ・ pH が急激に上昇することはなく、安定している（pH7.5 程度）。
- ・ キレートマリンは間伐した竹炭（京都産）を使用している。
- ・ 重機を使用する必要がない。
- ・ 有害なものを使用していないので、溶出による環境負荷はない。

実証試験で用いたキレートマリンの概要を図 3-1 に示す。

<キレートマリンL型>

商品名		キレートマリンL	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
		外形寸法容量	
		重量：4kg/1 個 直径：175mm 高さ：115mm 風袋：3 個/束 商品コード： 0784026	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材 使用量： （海、川の場合）1 個/1 m ² （池の場合）1 個/4 m ² （水槽の場合）1 個/1m ³ （1t）	
容量	入数	重量	サイズ
	3 個入	約 16kg	縦 350mm×横 380mm×厚み 120mm

<キレートマリンK型>

商品名		キレートマリンK2	
商品分類		キレート鉄発生材（底質、水質改善材）	
  パッケージ 中身		外形寸法容量	
		たて：500mm よこ：400mm 厚み：100mm （中身） 約 10～20mm 容量：（約 10kg） 商品コード： K2；0784044	
用途・特徴		効果：キレート鉄の溶出 水質底質の改善 成分：竹炭、鉄粉、高炭素セラミック、キレート材	
容量	入数	重量	サイズ
	単品	約 10kg	縦 500mm×横 400mm×厚み 100mm

図 3-1 実証試験に用いたキレートマリン

3.2 効果と原理

3.2.1 実証対象技術の原理

キレートマリンを設置することで、水質と底質を改善することを目的としている。以下の原理で水質と底質が改善される（図 3-2 参照）。

<底質改善>

- ① 嫌気性の底質にキレートマリンを設置することで、鉄イオンとケイ素が溶出される。
- ② 鉄イオンは、嫌気性の底質で硫化水素イオンと反応し硫化鉄となり、硫化水素の発生を抑制する。 $\text{HS}^- + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{FeS} + \text{H}^+$
- ③ 硫化水素の発生を抑制することで、底生生物の生息しやすい環境が形成され、生物量や生物の多様性が向上する。
- ④ また、溶出したケイ素や鉄イオンは、付着珪藻に取り込まれることで付着珪藻を増加させる。付着珪藻を捕食する底生生物や、巻き上がった付着珪藻を捕食する二枚貝などの成長促進が期待される。

<水質改善>

- ① 底質から溶出した鉄イオンやケイ素は、水中の珪藻類に取り込まれることで、珪藻類が増加する。
- ② 増加した珪藻類が水中の無機態窒素やリンを取り込むことで、水中の無機態窒素やリンの減少につながる。

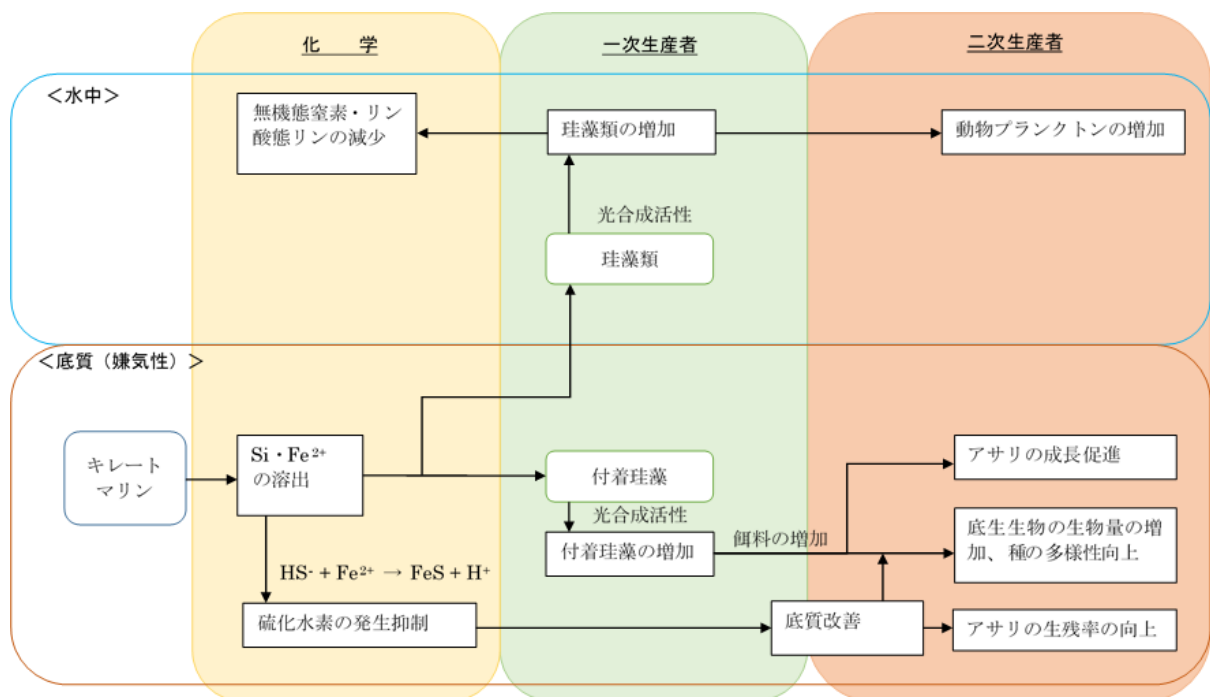


図 3-2 実証対象技術の原理

3.2.2 既存の試験結果の引用

本実証技術に関する既存の試験の結果を以下に示す。

(1) 実験実施者

財団法人 広島県環境保健協会

(2) 実験内容

広島市南区を流れる猿猴川の護岸にキレートマリンを設置することで、底質、間隙水及び底生生物に与える影響について調査を実施した。

(3) 実験結果

1) 硫化水素の発生抑制について

底質の経年変化を図 3-3、pH と ORP および硫化水素の関係を図 3-4 に示す。

平成 23 年度の対照区では、ORP が-339mV、pH が 7.1 であり、硫化水素が発生しやすい環境が形成された。しかし、平成 23 年度の実験区は、ORP が-216mV、pH が 6.9 であり、硫化水素が発生する環境条件に至っていないと想定された。

このことから、キレートマリンによる硫化水素発生抑制の可能性が示唆された。

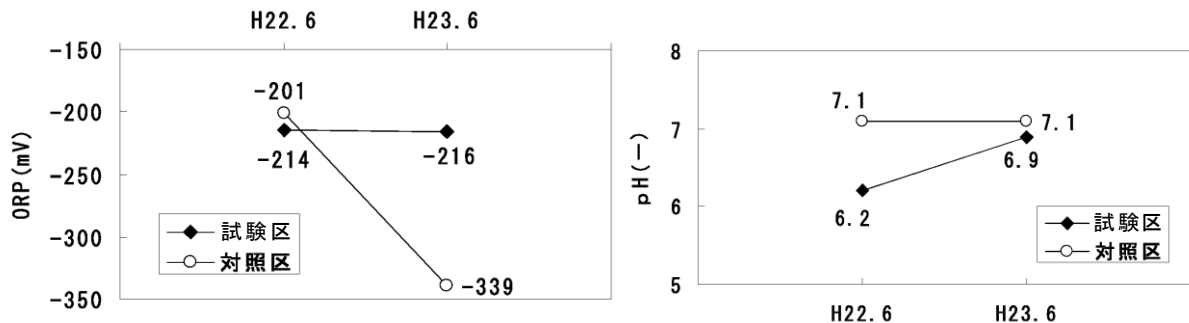
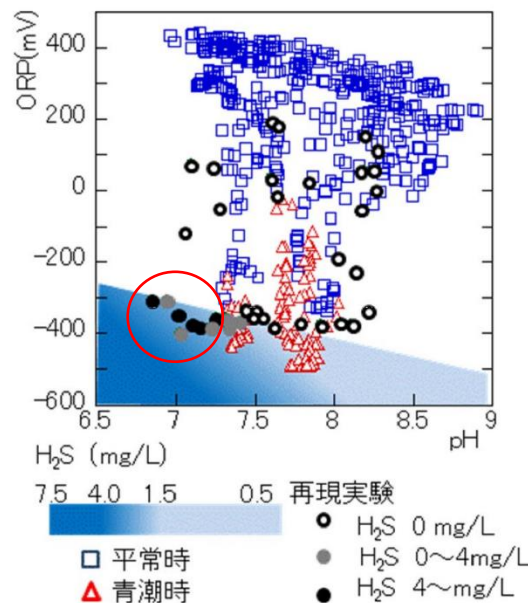


図 3-3 底質の経年変化



出典：土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2 (2014)

図 3-4 pH と ORP および硫化水素の関係

2) 底生生物について

底生生物の種数、個体数の経年変化の調査結果を図 3-5、表 3-1 に示す。

試験区では 18 種 345 個体、対照区では 13 種 113 個体の生物が確認され、種類数、個体数ともに試験区が対照区よりも多い結果を示した。

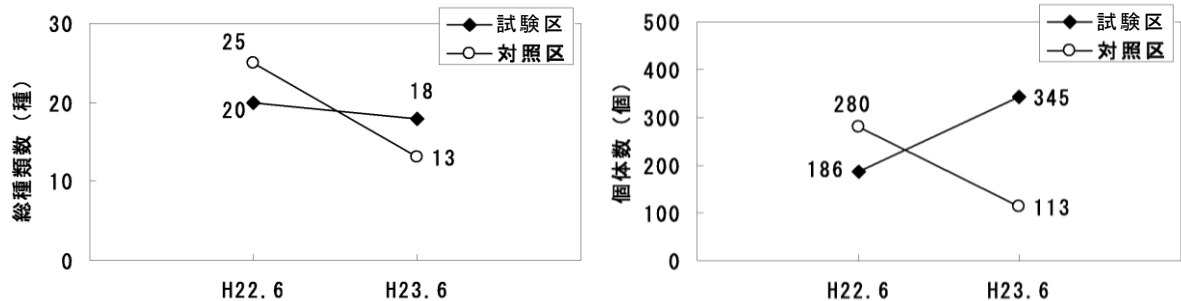


図 3-5 底生生物の種数、個体数の経年変化

表 3-1 底生生物調査結果

種 名	地 点 項 目	実験区		対照区	
		個体数	湿重量	個体数	湿重量
ARTHROPODA 節足動物門					
Grandidierella japonica	ニッポンドロソコエビ	1	+		
Anthuridae	スナウミナナフシ科	1	0.02	3	0.04
Macrophthalmus japonicus	ヤマトオサガニ	1	1.15	1	5.34
小 計		3	1.17	4	5.38
種類数		3		2	
MOLLUSCA 軟体動物門					
Elachisina ziczac	サザナミツボ	6	0.01		
Stenothyra edogawensis	ウミゴマツボ	97	0.31	11	0.03
Sayella sp.		1	0.01		
Retusa matsusima	マツシマコメツブガイ	1	+		
Musculista senhousia	ホトトギスガイ	1	+		
Macoma contabulata	サビシラトリ			7	8.76
Macoma incongrua	ヒメシラトリ	7	1.26	7	0.65
Laternula marilina	ソトオリガイ			1	0.53
小 計		113	1.59	26	9.97
種類数		6		4	
ANNELIDA 環形動物門					
Sigambra sp.		7	0.02	1	+
Polydora cornuta		1	+		
Prionospio japonica	ヤマトスビオ	86	0.11	43	0.03
Cirriiformia tentaculata	ミズヒキゴカイ			1	0.03
Heteromastus sp.		19	0.04	5	0.01
Capitella sp.		97	0.05	29	0.01
Lagis bocki	ウミイサゴムシ	1	0.11		
Sabellidae	ケヤリ科	3	0.02		
貧毛類		11	0.01	3	+
小 計		225	0.36	82	0.08
種類数		8		6	
NEMERTINEA 紐形動物門					
ヒモムシ類		4	0.37	1	0.06
小 計		4	0.37	1	0.06
種類数		1		1	
合 計		345	3.49	113	15.49
総種類数		18		13	

(注) 1. 採取面積………625 c m²
2. 湿重量の単位…… g
3. 表中の+記号……0.01 g 未満

4. 実証試験場所の概要

実証試験は、広島県尾道市の松永湾で実施した。

実証試験場所の位置図を図 4-1 に、実証試験海域の概要を表 4-1 に示す。

名称（所在地）	広島県尾道市浦崎町（戸崎干潟）
管理者	広島県



図 4-1 実証試験場所（広島県尾道市 松永湾）

表 4-1 実証試験実施場所周辺海域の概要

海域の特徴	
主な利用状況	松永湾は、福山市の西部と尾道市の東部に囲まれた北方にくぼんだ入り海である。この湾は東から福山市の沼隈半島及びこの半島西部か、さらに西に突き出した小半島によって囲われ、ほぼ全域が陸地によって囲まれる。海水の出入りは、狭い戸崎瀬戸と尾道水道の2箇所を通じて行われる。 現在、干潟は本郷川と藤井川の合流地点付近を中心に、204ha が残されている。広島県内では最大の干潟である。松永港区の航路整備の浚渫土砂を利用した人工干潟（海老地区、灘地区、百島地区）がある。また、尾道の漁獲は、たちうお、たい類、たこ類、ひらめ・かれい類、貝類などが主となっている。
実証試験実施場所の規模	松永湾は、面積 12km²、干潟面積 4.3 km²、藻場面積 0.2 km²、自然海岸の延長 1.7km（自然海岸の占める割合 4.0%）で周囲を陸に囲まれた閉鎖性海域である。 実証試験は、戸崎干潟での実施を予定しており、試験区域の規模は約 300m²（10m × 10m を 3 区画）を想定している。
水質の状況	試験区域周辺の平成 27 年度の水質は、pH が 8.0～8.2、D0 が 6.9～10mg/L、窒素が 0.07～0.21mg/L、リンが 0.015～0.036mg/L となっている。鉄イオンは、定量下限値（0.1mg/L）以下となっている。また、水産庁の調査結果では、当該海域において渦鞭毛藻（<i>Karenia mikimotoi</i>）の赤潮が年間数回発生している。 出典）広島県の公共用水域水質測定結果
底質の状況	備後灘の含泥率、強熱減量、COD、T-P、T-N は、東部海域から西部海域に向かって低くなる傾向がみられる。 試験区周辺の底質はシルト質で、含泥率が 13.0%、中央粒径 0.24mm、強熱減量が 3.8%、T-N が 0.28mg/g、T-P が 0.15mg/g となっている。 出典）広島県 HP（2011 年更新）
生物生息環境	試験区域周辺の松永湾、海老地区、灘地区、百島地区では、アサリが多く確認されている。当該海域にはキセルハゼ、トビハゼ、タビラクチ（重田ら、未発表）が生息している。 出典）環境省 HP
課題	○水質、底質、生物生息環境の点から、どのような改善が必要とされているか。 当該海域は、渦鞭毛藻類を中心とした赤潮の発生が年に複数回発生しており、生物生産性の確保の観点から改善が必要である。さらに、当該海域では鉄イオンの不足も指摘されている。 ○改善計画等、どのような検討が進められているか。
実証試験環境	○実証対象機器等の搬入は確保できるか 可能（陸路による） ○電気は利用可能か 不可 ○実証試験の攪乱要因となるような特性はないか 無し（自然現象を除く） ○試料採取は可能か 可能 ○実証試験の時期 7 月～10 月
有識者の見解	実証試験を行う上での留意すべき点 ・ 本技術が対象とするプランクトンの種類、増殖の原理等の前提条件を明確にする必要がある。また、渦鞭毛藻類の増加等、環境への悪影響が生じていないか、長期的なデータに基づく確認が必要である。 ・ 海水の流動があるため、水質の比較・評価は難しいが、底質では評価が可能であると考えられる。現実的な実証項目に絞る必要がある。 ・ 本技術の効果として挙げられている鉄分の溶出について、事前に試験海域の鉄分を測定した方が良い。

5. 実証試験の内容

5.1 実証項目及び目標

本実証試験では、キレートマリンを設置することにより、以下の効果を期待している。

<底質改善>

- ① 溶出した鉄イオンと硫化水素イオンを反応させることで、硫化水素の発生を抑える。
- ② 硫化水素の発生抑制と、溶出した鉄イオンとケイ素による付着藻類の増加によって、底生生物量を増加させる。

<水質改善>

- ① 珪藻類の増加により、無機態窒素・リンを減少させる。

本試験の実証項目と目標水準を以下に示す通りとし、キレートマリンを設置した試験区と対照区を比較することにより上記の効果を把握した。

表 5-1 実証項目及び目標

実証項目	目標水準
① 硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素が試験区で低いこと 項目：硫化水素
② 付着珪藻の増加	対照区に比べ底生微細藻類、クロロフィル a が試験区で高いこと 項目：底生微細藻類、クロロフィル a
③ 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ底生生物の生物量、種の多様性が試験区で高いこと 項目：底生生物

5.2 調査項目

調査項目を表 5-2 に示す。

表 5-2 調査項目

項 目			調査回数・時期
実証試験 (現地)	事前調査	地盤高 ※7月調査は事前調査の位置付け	1回（7月）
	水質調査	水温、塩分、DO、pH、クロロフィル a	3回 （7月、8月、10月）
	間隙水調査	硫化水素、鉄イオン、ケイ酸	3回 （7月、8月、10月）
	底質調査	酸化還元電位、pH、AVS、強熱減量、 クロロフィル a（表層）	3回 （7月、8月、10月）
	底生生物調査	底生生物	2回（7月、10月）
	底生微細藻類調査	底生微細藻類	3回 （7月、8月、10月）
実証試験 (補助)	アサリの成育試験	各 150 個体	3回 （7月、8月、10月）
	メソコスム実験	水温、pH、クロロフィル a、 無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、 リン酸態リン、硫化水素、鉄イオン	3回 （設置時、1日後、2日後）

5.3 調査内容

5.3.1 実施対象技術の配置

試験概要を図 5-1、試験区域の概要を図 5-2 に示す。

実施場所として同程度の地盤高に、10m×10m の試験区域を 3 区域（試験区①：キレートマリン L 型×100 個、試験区②：キレートマリン K 型×20kg、対照区）設置した。キレートマリン L 型は、10cm 程度埋設した。また、外敵からの影響を抑制するため、保護ネット（目合 1cm 程度）を敷設した。なお、キレートマリン K 型を設置した区画の基質を考慮し、対照区には現地の礫を設置した。

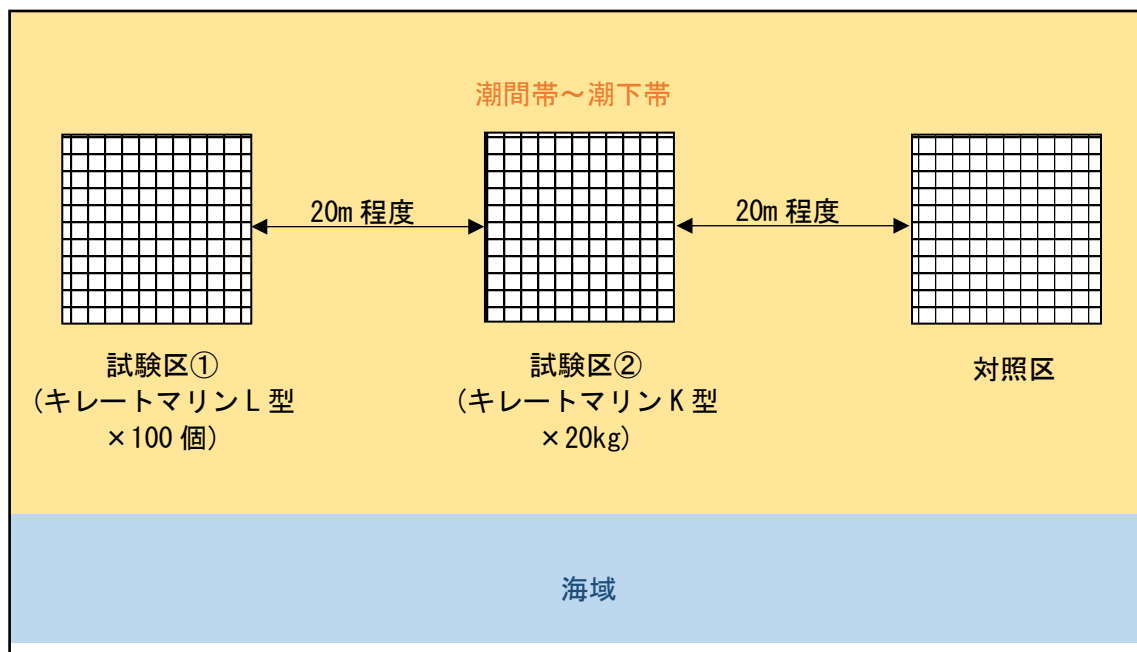


図 5-1 試験概要

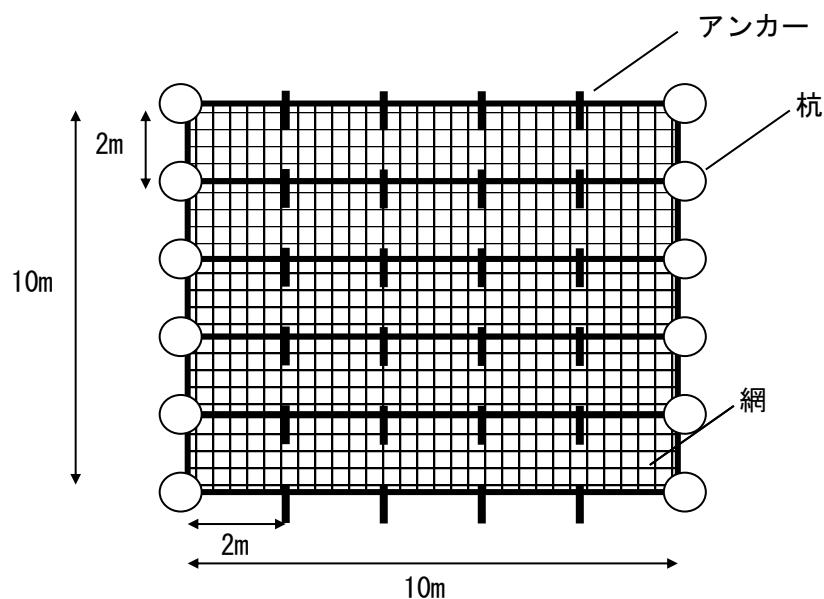


図 5-2 試験区域の概要

5.3.2 実証試験（現地）

(1) 事前調査

試験区域と対照区の環境条件が同程度かを確認するために、地盤高（レベルによる横断測量）、土質性状、強熱減量、酸化還元電位等の底質環境を調査した。また、事前に実験海域の鉄イオンについても調査（既存文献調査も含む）した。

(2) 水質調査

実証海域の状況を把握するため、水質調査を実施した。

水質調査内容を表 5-3 に示す。水温、塩分、DO、pH、クロロフィル a については、多項目水質計（AAQ JFE アドバンテック株式会社製）を用いて測定した。調査時間は、下げ潮時の実証試験が干出する前に実施した。

表 5-3 水質調査内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
水温、塩分、DO、 クロロフィル a、pH	多項目水質計による 機器計測（数量：N=1）	7 月（施工時） 8 月（施工後 1 ヶ月） 10 月（施工後 3 ヶ月）



多項目水質計 AAQ
(JFEアドバンテック株式会社製)

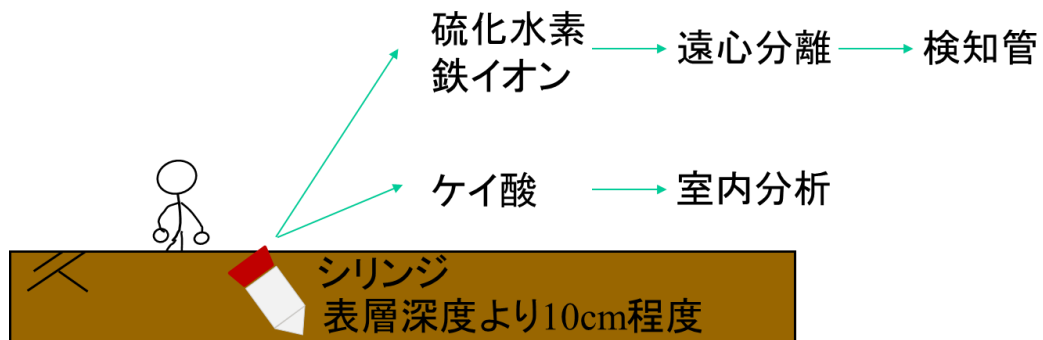
(3) 間隙水質調査

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素が溶出されるか確認を行った。また、鉄イオンの溶出により、底質中の硫化水素が抑制されているかを検証した。

間隙水質調査内容を表 5-4 に示す。サンプリングはシリンジを用いて、表層から深度 10cm 程度（詳細は現地で判断）の試料を採取（各 N=3）した。なお、10 月調査では表層 10cm の他に、表層 5cm の試料も採取した。採取した試料は現地で遠心分離を行い、硫化水素及び鉄イオンは検知管を用いて分析を行った。ケイ酸は、室内に持ち帰り室内分析を行った。

表 5-4 間隙水質調査内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
硫化水素、鉄イオン	検知管（数量：各 N=3）	7 月（施工時）
ケイ酸	室内分析（数量：各 N=3）	8 月（施工後 1 ヶ月） 10 月（施工後 3 ヶ月）



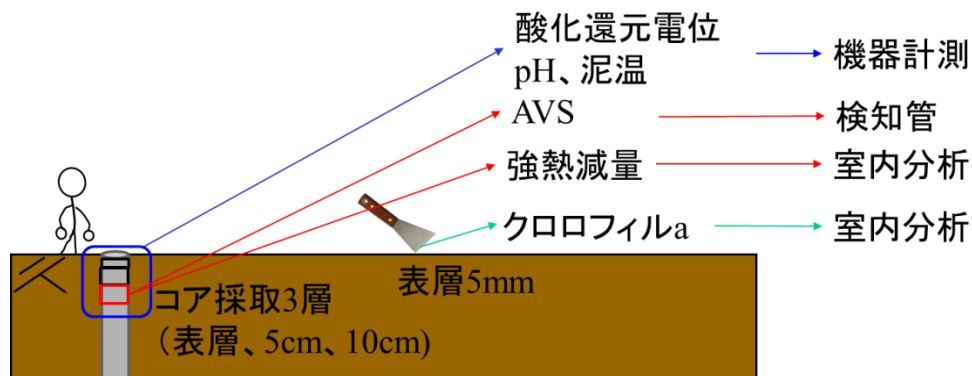
(4) 底質調査

キレートマリンを底泥に設置することで、硫化水素が固定されたかを検証するため、底質調査を実施した。

底質調査内容を表 5-5 に示す。現地の底質及びキレートマリンの状況（色や性状など）を、目視にて観察した。その後、底質の採取を行った。酸化還元電位は ORP 計、pH は pH 計を用いて表層、5 cm、10cm、15cm の鉛直測定を行った。AVS は表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、検知管分析を行った。強熱減量は、表層から深度 10cm 程度の試料を採取し、分析機関に搬入し、室内にて分析を行った。クロロフィル a は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=1）による定量採集を行い、室内にて分析を行った。なお、10 月調査では、クロロフィル a は N=3 で試料を採取した。

表 5-5 底質調査内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
酸化還元電位、pH、泥温	ORP 計による鉛直機器計測 （数量：各 N=3）	7 月（施工時） 8 月（施工後 1 ヶ月）
AVS	検知管（数量：各 N=3）	10 月（施工後 3 ヶ月）
強熱減量	室内分析（数量：各 N=1）	
クロロフィル a	室内分析（数量：各 N=1） ※10 月調査では各 N=3	



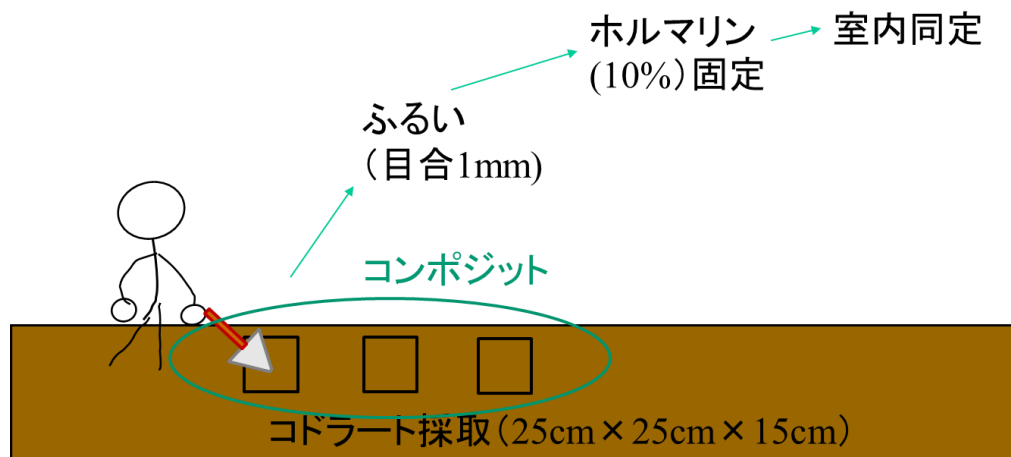
(5) 底生生物調査

キレートマリンを還元状態の底泥に設置することで、硫化水素が固定される（硫化鉄に変化する）ことが想定される。硫化水素を固定したことで、底生生物の生残率が向上するかを把握するため、底生生物調査を実施した。

底生生物調査内容を表 5-6 に示す。底生生物は、コドラート（方形枠 25cm×25cm）による定量採集を行い、1mm 目合のふるいをを用いてふるい分けを行った。ふるいに残った試料をホルマリン固定（10%）し、室内にて同定を行った。

表 5-6 底生生物調査内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
マクロベントス	コドラートによる定量採集 （数量：各 N=1）	7 月（施工時） 10 月（施工後 3 ヶ月）



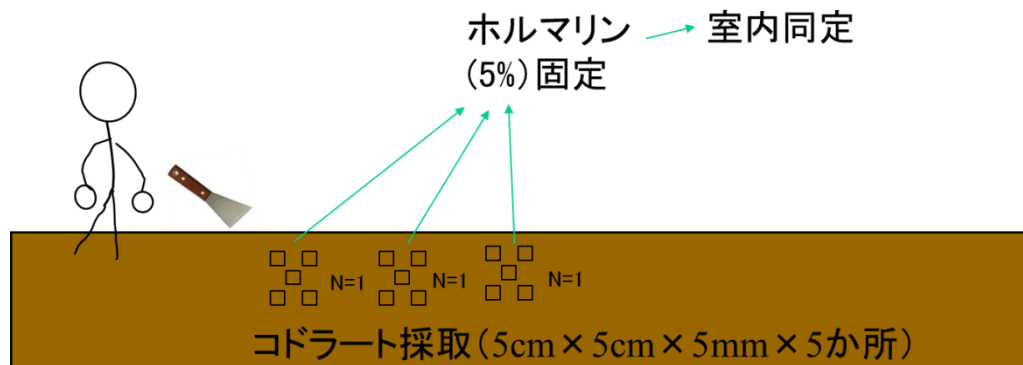
(6) 底生微細藻類調査

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、底生微細藻類が増加することが期待される。その効果を把握するため、底生微細藻類調査を実施した。

底生微細藻類調査内容を表 5-7 に示す。底生微細藻類は、表層 5mm 程度の試料を対象にコドラート（方形枠 5cm×5cm×5 箇所 N=3）による定量採集を行い、ホルマリン固定（5%以下）した後、室内にて同定を行った。

表 5-7 底生微細藻類調査内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
底生微細藻類	コドラートによる定量採集 (数量：各 N=3)	7 月（施工時） 8 月（施工後 1 ヶ月） 10 月（施工後 3 ヶ月）



5.3.3 実証試験（補助）

(1) アサリの成育試験

キレートマリンから溶出される鉄イオンやケイ素により、珪藻類が増加することが期待される。珪藻類の増加により、それを餌とするアサリの成育促進に繋がるかを検証するため、成育状況を把握した。

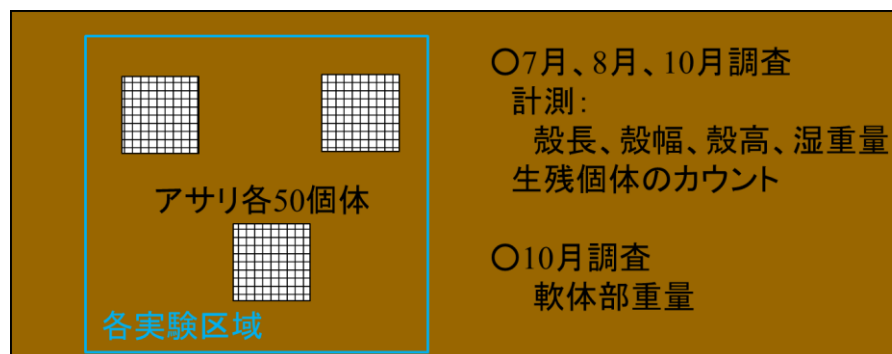
アサリの成育試験内容を表 5-8 に示す。試験は、育成籠（50cm×50cm×50cm）にアサリを50 個体（詳細は、現地の生息密度の程度で調整）入れ、各試験区に 3 箇所設置した。殻長、殻高、殻幅、湿重量を測定し、アサリの生残率も併せて把握した。

調査による底質の攪乱を抑制するため、8 月調査では各試験区 1 つの育成籠のみを対象とした。10 月調査では、殻長、殻高、殻幅に加えて、軟体部重量を測定し、以下の式より肥満度を算出した。

$$\text{式：肥満度} = \text{軟体部重量 (g)} / (\text{殻長 (cm)} \times \text{殻高 (cm)} \times \text{殻幅 (cm)}) \times 100$$

表 5-8 アサリの成育試験内容

項目	調査方法及び数量	調査時期
殻長、殻幅、殻高	ノギスによる測定	7 月（施工時）
湿重量	電子天秤による測定	8 月（施工後 1 ヶ月）
生残率	アサリのカウント	10 月（施工後 3 ヶ月）
軟体部重量	電子天秤による測定	10 月（施工後 3 ヶ月）



(2) メソコスム実験

日の丸方式（キレートマリン等）の基本原理である、鉄イオンやケイ素の溶出、珪藻類の成長の促進、水中の無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）や無機態リンの低減について検証した。

調査内容を表 5-9 に示す。透明な水槽を設置（図 5-3 参照）し、容器内のクロロフィル a、無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リン、硫化水素、鉄イオンの観測を行った。なお、補足的に水温及び pH も併せて計測した。

無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リンについては、容器内の水を直接採取した。採取した試料は、暗冷保存した状態で室内にて分析を行った。水温、pH、クロロフィル a については、多項目水質計を用いて測定した。硫化水素及び鉄イオンについては、検知管で分析を行った。付着珪藻は、5cm×5cm コドラートを用いて定量採集を行った。

表 5-9 水質調査（メソコスム実験）

項目	調査方法及び数量	調査時期
無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ ）、リン酸態リン	直接採水後、室内分析 （数量：各 N=3）	設置時、1 日後、2 日後
水温、pH、クロロフィル a	多項目水質計による機器計測 （数量：各 N=3）	
硫化水素、鉄イオン	検知管（数量：各 N=3）	
付着珪藻	定量採集（数量：各 N=1）	



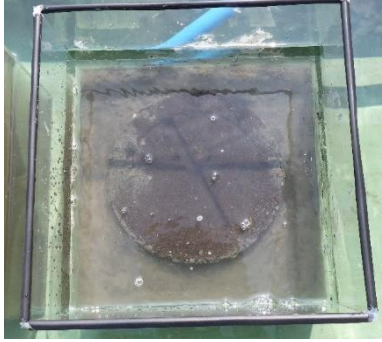
		
キレートマリンL型+泥	キレートマリンK型+泥	キレートマリンK型のみ
		
水のみ	泥のみ	

図 5-3 試験試料

5.4 スケジュール

実証試験の実施工程を表 5-10 に示す。

表 5-10 実証試験の実施工程

実証試験 (現地)	施工前		施工		施工1ヶ月後	施工3ヶ月後
	7/18	7/19	7/20	7/22	8/18	10/22
施工			●	●		
事前調査	●	●				
現地調査	●	●			●	●

メソコスム実験	設置時	設置1日後	設置2日後	設置8日後	設置14日後	設置19日後
	8/15	8/16	8/17	8/23	8/29	9/3
屋外	●	●	●	▲	▲	▲
備考				※水温、pH クロロフィルa	※水温、pH クロロフィルa	※水温、pH クロロフィルa

※8月23日～9月3日は補足的にデータを測定した。

6. 実証試験の結果と考察

6.1 実証試験期間中の気象概況

実証試験期間中の気象概況（気象庁 福山観測所）を図 6-1 に示す。

キレートマリン設置 2 か月後の 9 月は降雨が多く、9 月 20 日には最大 65mm の降水量が観測された。また、10 月調査時には各試験区で細粒分が多く堆積していることが確認された（写真 6-1）。

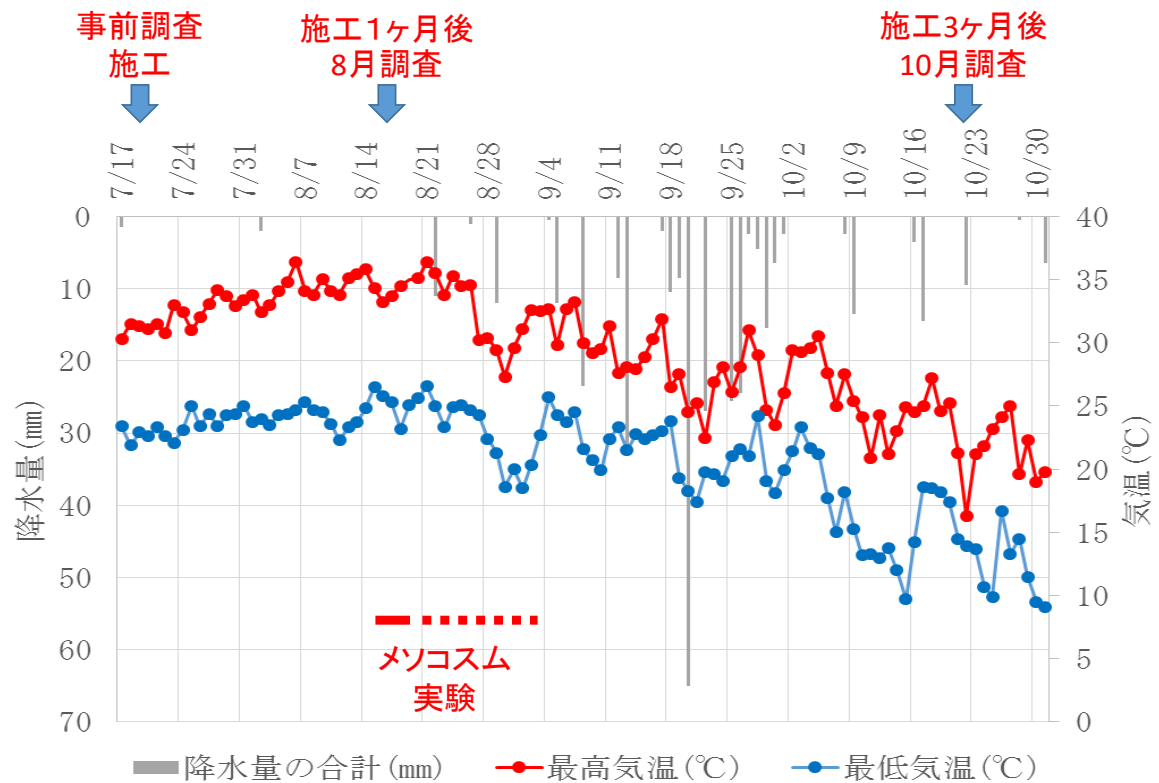


図 6-1 実証試験期間中の気象概況



写真 6-1 各試験区の様子（10月22日）

6.2 実証試験（現地）

6.2.1 水質調査

実証海域の水質状況を表 6-1、図 6-2 に示す。

水温は、7 月では 26.5～26.7℃、8 月では 29.4～29.5℃、10 月では 21.1～21.3℃を推移し、鉛直方向に対し大きな変動は確認されなかった。

塩分濃度は、7 月では 29.7～29.9、8 月では 31.5、10 月では 30.2 を示し、鉛直方向に対し大きな変動は確認されなかった。

pH は 7 月では 8.1、8 月では 8.0、10 月では 8.1 を示し、鉛直方向に対し大きな変動は確認されなかった。

クロロフィル a は、7 月では 2.9～6.5 $\mu\text{g/L}$ 、8 月では 3.9～5.7 $\mu\text{g/L}$ 、10 月では 3.1～5.7 $\mu\text{g/L}$ を推移し、水深が深くなるにつれて増加傾向を示した。

溶存酸素濃度（DO）は、7 月では 6.8～7.6mg/L、8 月では 5.6mg/L、10 月では 6.5～6.6mg/L を推移し、鉛直方向に対し大きな変動は確認されなかった。

表 6-1 実証海域の水質測定結果

深度[m]	水温[℃]			塩分[PSU]			pH			クロロフィルa[$\mu\text{g/L}$]			DO[mg/L]		
	7月	8月	10月	7月	8月	10月	7月	8月	10月	7月	8月	10月	7月	8月	10月
0.0	26.7	29.5	21.3	29.7	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	6.5	3.9	3.1	6.8	5.6	6.6
0.1	26.7	29.5	21.3	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	3.2	4.2	3.5	7.0	5.6	6.6
0.2	26.7	29.4	21.3	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	2.9	4.5	3.2	7.3	5.6	6.6
0.3	26.6	29.4	21.2	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	2.9	5.0	3.6	7.4	5.6	6.6
0.4	26.6	29.4	21.2	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	3.0	5.0	3.6	7.4	5.6	6.6
0.5	26.5	29.4	21.2	29.9	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	4.6	5.1	3.8	7.5	5.6	6.6
0.6	26.5	29.4	21.2	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	4.3	5.6	4.3	7.6	5.6	6.6
0.7	26.5	29.4	21.1	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	5.6	5.0	4.3	7.6	5.6	6.5
0.8	26.5	29.4	21.1	29.8	31.5	30.2	8.1	8.0	8.1	5.4	5.2	5.7	7.6	5.6	6.5
0.9	26.5	29.4	—	29.8	31.5	—	8.1	8.0	—	6.0	5.7	—	7.6	5.6	—

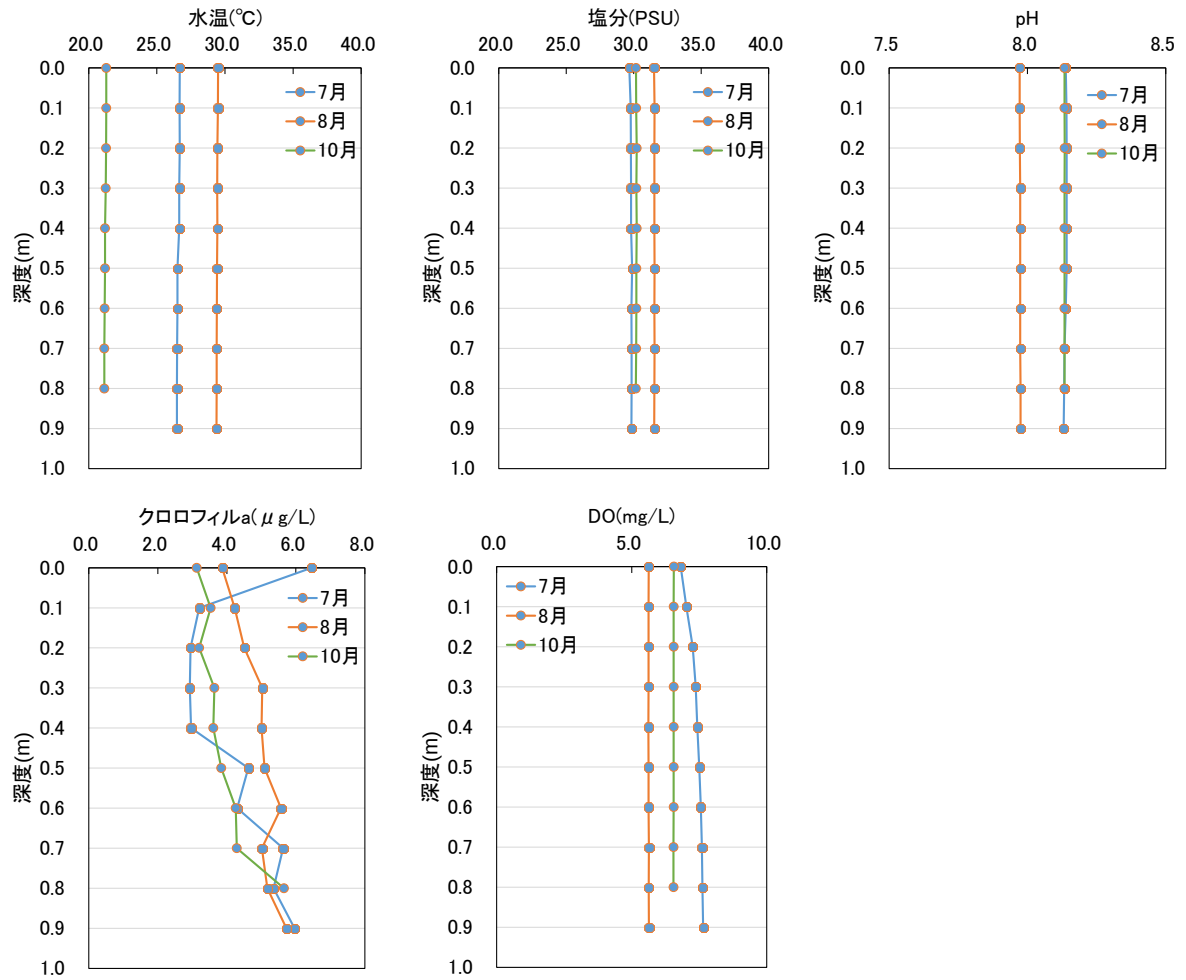


図 6-2 実証海域の水質状況

6.2.2 硫化水素の発生抑制について

(1) 間隙水中の鉄イオン

間隙水中の鉄イオンを表 6-2、図 6-3 に示す。

鉄イオンは、施工前の 7 月に試験区①（キレート L 型）と試験区②（キレート K 型）で 5.0mg/L、対照区で 4.7±0.6mg/L を示した。

8 月では試験区①（キレート L 型）で 3.0mg/L、試験区②（キレート K 型）で 3.0±0.8mg/L、対照区で 0.7±0.5mg/L を示し、対照区と比較して、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）が有意に高かった（ウィルコクソン検定、 $p<0.05$ 、 $n=3$ ）。

10 月の表層 10cm で測定した鉄イオンは、各試験区とも検出されなかったが、表層 5cm では試験区①（キレート L 型）でのみ鉄イオンが検出され、0.7±0.5mg/L であった。

試験区①（キレートL型）

	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	5.0	3.0	0.0	1.0
N2	5.0	3.0	0.0	1.0
N3	5.0	3.0	0.0	0.0
平均値	5.0	3.0	0.0	0.7
標準偏差	0.0	0.0	0.0	0.5

試験区②（キレートK型）

	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	5.0	4.0	0.0	0.0
N2	5.0	2.0	0.0	0.0
N3	5.0	3.0	0.0	0.0
平均値	5.0	3.0	0.0	0.0
標準偏差	0.0	0.8	0.0	0.0

対照区

	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	5.5	1.0	0.0	0.0
N2	4.0	0.0	0.0	0.0
N3	4.5	1.0	0.0	0.0
平均値	4.7	0.7	0.0	0.0
標準偏差	0.6	0.5	0.0	0.0

表 6-2 間隙水中の鉄イオン測定結果

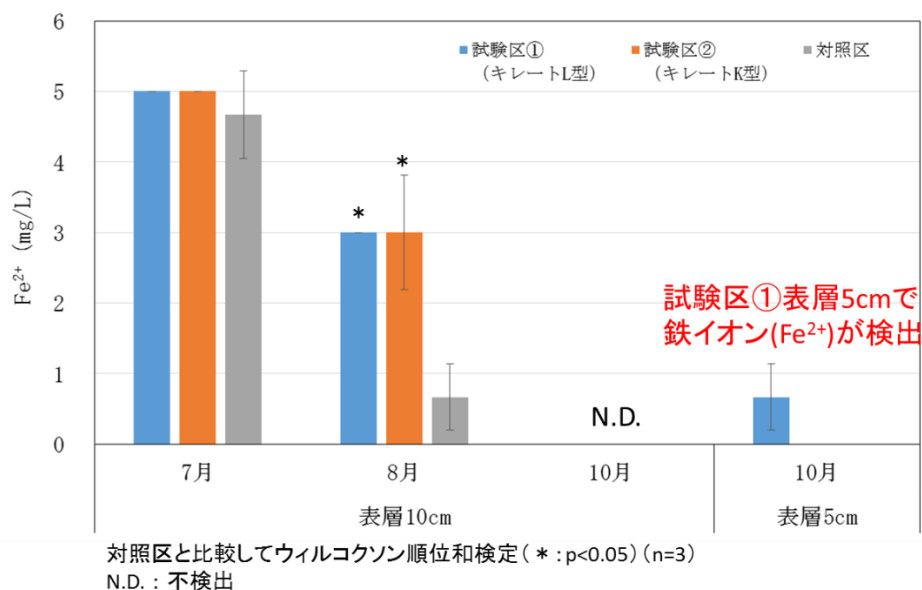


図 6-3 間隙水中の鉄イオン

(2) 間隙水中の溶存硫化物、酸揮発性硫化物（AVS）、硫化水素（H₂S）

間隙水中の溶存硫化物、AVS、硫化水素を表 6-3、図 6-4 に示す。

溶存硫化物は、試験期間中、各試験区とも検出されなかった。

AVS は 8 月の試験区①（キレート L 型）において、 $0.25 \pm 0.20 \text{ mg/L}$ を示したが、それ以降はどの試験区も検出されなかった。

硫化水素は 8 月の試験区①（キレート L 型）において、 $0.03 \pm 0.05 \text{ ppm}$ を示したが、それ以降はどの試験区も検出されなかった。

表 6-3 間隙水中の溶存硫化物、AVS、硫化水素測定結果

試験区①（キレート L 型）

	7月			8月			10月（表層10cm）			10月（表層5cm）		
	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)
N1	0.0	0.00	0.00	0.0	0.25	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N2	0.0	0.00	0.00	0.0	0.50	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N3	0.3	0.00	0.00	0.0	0.00	0.10	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
平均値	0.1	0.00	0.00	0.0	0.25	0.03	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
標準偏差	0.1	0.00	0.00	0.0	0.20	0.05	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

試験区②（キレート K 型）

	7月			8月			10月（表層10cm）			10月（表層5cm）		
	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)
N1	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N2	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N3	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
平均値	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
標準偏差	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

対照区

	7月			8月			10月（表層10cm）			10月（表層5cm）		
	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)	溶存硫化物 (ppm)	AVS(mg/L)	H ₂ S (ppm)
N1	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N2	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
N3	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
平均値	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
標準偏差	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

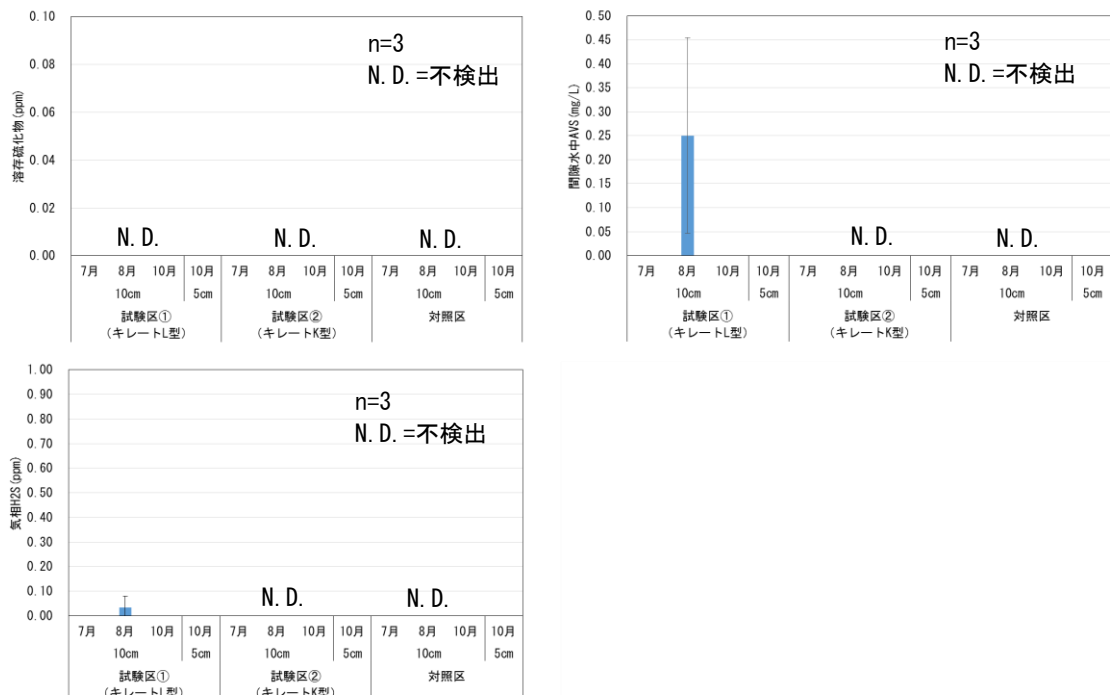


図 6-4 間隙水中の溶存硫化物、AVS、気相の硫化水素

(3) 底質中の酸揮発性硫化物（AVS）

底質中の AVS を表 6-4、図 6-5、底質中 AVS の 7 月からの増減量を図 6-6 に示す。

7 月は、試験区①（キレート L 型）で $0.057 \pm 0.006 \text{ mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $0.037 \pm 0.006 \text{ mg/L}$ 、対照区で $0.012 \pm 0.007 \text{ mg/L}$ を示した。

8 月は、試験区①（キレート L 型）で $0.090 \pm 0.009 \text{ mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $0.037 \pm 0.018 \text{ mg/L}$ 、対照区で $0.023 \pm 0.003 \text{ mg/L}$ を示した。

10 月の表層 10cm では、試験区①（キレート L 型）で $0.094 \pm 0.063 \text{ mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $0.021 \pm 0.010 \text{ mg/L}$ 、対照区で $0.022 \pm 0.010 \text{ mg/L}$ を示した。また、表層 5cm では試験区①（キレート L 型）で $0.083 \pm 0.042 \text{ mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $0.043 \pm 0.006 \text{ mg/L}$ 、対照区で $0.017 \pm 0.004 \text{ mg/L}$ を示した。

底質中の AVS は、キレートマリン施工時（7 月）に既に有意な差（ウィルコクソン順位和検定： $p < 0.05$ ）が確認されたため、各試験区の 7 月を基準とし、7 月からの増減量で評価した。試験区①（キレート L 型）は、対照区に比べ高い傾向にあることが示唆された。試験区②（キレート K 型）は、増加する傾向は見られなかった。

表 6-4 底質中の AVS 測定結果

AVS (mg/L)	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	7月	8月	10月(表層10cm)	10月(表層5cm)	7月	8月	10月(表層10cm)	10月(表層5cm)	7月	8月	10月(表層10cm)	10月(表層5cm)
N1	0.049	0.101	0.070	0.095	0.029	0.049	0.031	0.048	0.013	0.018	0.036	0.022
N2	0.062	0.091	0.179	0.129	0.044	0.052	0.006	0.034	0.020	0.025	0.021	0.018
N3	0.059	0.079	0.031	0.027	0.038	0.011	0.026	0.047	0.003	0.025	0.010	0.012
平均値	0.057	0.090	0.094	0.083	0.037	0.037	0.021	0.043	0.012	0.023	0.022	0.017
標準偏差	0.006	0.009	0.063	0.042	0.006	0.018	0.010	0.006	0.007	0.003	0.010	0.004

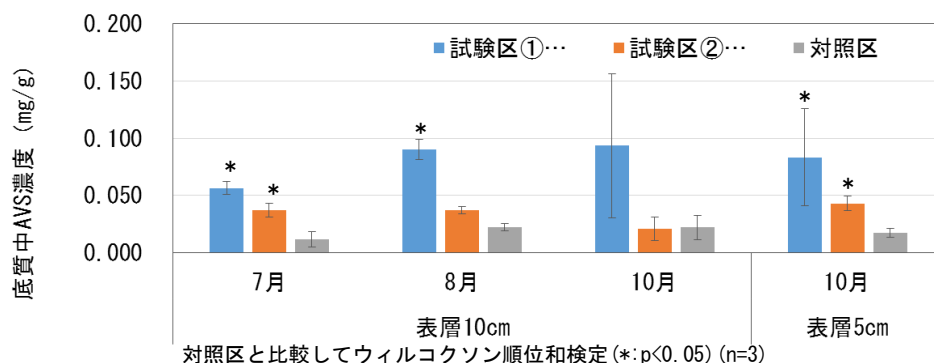


図 6-5 底質中の AVS

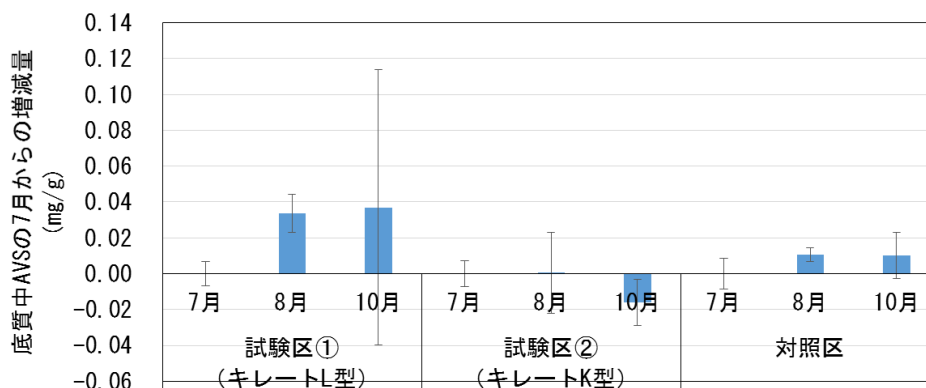


図 6-6 底質中 AVS の 7 月からの増減量

6.2.3 付着珪藻の増加について

(1) 間隙水中のケイ素

間隙水中のケイ素を表 6-5、図 6-7 に示す。

10 月のケイ素は、表層 10cm では試験区①（キレート L 型）で $14.8 \pm 5.9\text{mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $5.1 \pm 2.0\text{mg/L}$ 、対照区で $8.7 \pm 5.4\text{mg/L}$ を示した。

表層 5cm では試験区①（キレート L 型）で $13.7 \pm 4.9\text{mg/L}$ 、試験区②（キレート K 型）で $4.6 \pm 1.2\text{mg/L}$ 、対照区で $31.9 \pm 16.2\text{mg/L}$ を示した。

間隙水中のケイ素、対照区と比べて、有意な差は確認されなかった。

表 6-5 間隙水中のケイ素測定結果

試験区①（キレートL型）

ケイ素 (mg/L)	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	5.5	1.5	12.0	13.0
N2	5.1	4.2	9.3	20.0
N3	3.1	3.5	23.0	8.1
平均値	4.6	3.1	14.8	13.7
標準偏差	1.0	1.1	5.9	4.9

試験区②（キレートK型）

ケイ素 (mg/L)	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	2.8	1.4	3.6	5.6
N2	3.5	4.4	3.8	2.9
N3	3.1	1.4	7.9	5.4
平均値	3.1	2.4	5.1	4.6
標準偏差	0.3	1.4	2.0	1.2

対照区

ケイ素 (mg/L)	7月	8月	10月（表層10cm）	10月（表層5cm）
N1	3.5	4.0	6.8	9.8
N2	2.7	3.4	16.0	48.0
N3	3.1	1.3	3.2	38.0
平均値	3.1	2.9	8.7	31.9
標準偏差	0.3	1.2	5.4	16.2

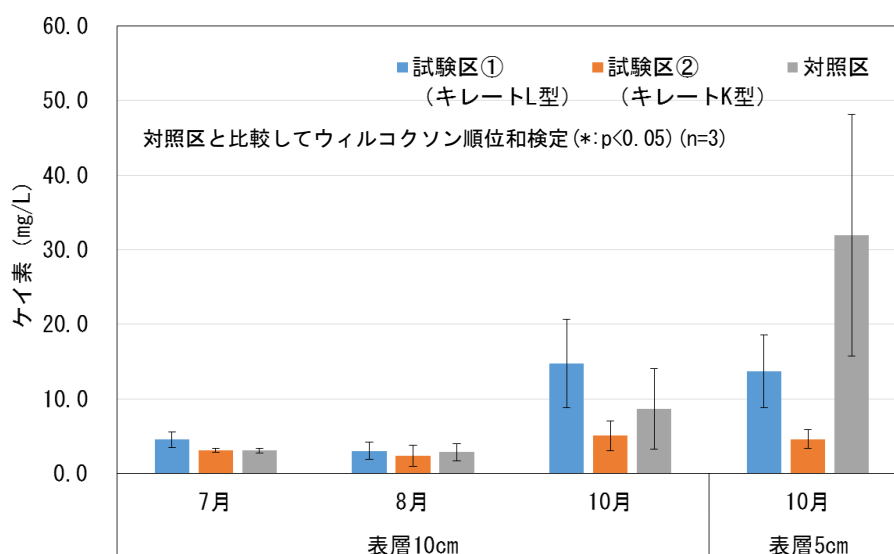


図 6-7 間隙水中のケイ素

(2) 底生微細藻類調査

採取した付着藻類の同定結果を表 6-6、付着藻類の細胞数の変化を図 6-8、羽状目珪藻の細胞数の変化を図 6-9、付着藻類の種組成を図 6-10 に示す。

付着藻類の細胞数は、対照区と比べて、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区②（キレート K 型）は、対照区より高くなる傾向が見られた。

羽状目珪藻の細胞数は、対照区と比べて、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）ともに有意な差は確認されなかった。ただし、試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）ともに対照区より高くなる傾向が見られた。

付着藻類の種組成は、8 月から 10 月にかけて試験区①（キレート L 型）、試験区②（キレート K 型）とも安定的にアサリの餌となる羽状目珪藻の占める割合が増加し、10 月には試験区①（キレート L 型）で 71%、試験区②（キレート K 型）74%を占めた。

表 6-6 採取した付着藻類の同定結果

7月	珪藻類	種名	試験区①-1	試験区①-2	試験区①-3	試験区②-1	試験区②-2	試験区②-3	対照区-1	対照区-2	対照区-3	試験区①	試験区②	対照区
1	羽状目	<i>Achnanthes</i> spp.	0	0	0	44	0	134	89	89	89	0	59	89
2		<i>Amphora</i> spp.	448	358	358	224	492	358	313	313	313	388	358	313
3		<i>Bacillaria</i> sp.	627	537	358	716	179	358	1,612	89	537	507	418	746
4		<i>Cocconeis</i> spp.	89	0	44	44	0	224	0	0	44	44	89	15
5		<i>Diploneis</i> sp.	0	0	44	0	0	0	44	44	44	15	0	44
6		<i>Entomoneis</i> spp.	44	44	0	44	0	0	44	44	44	29	15	44
7		<i>Fragilaria</i> spp.	582	358	358	448	134	403	179	0	0	433	328	60
8		<i>Navicula cancellata</i>	1,030	1,344	1,388	716	985	1,612	851	403	627	1,254	1,104	627
9		<i>Navicula</i> spp.	448	448	492	268	89	582	358	492	403	463	313	418
10		<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	268	0	89	0	44	44	0	119	29
11		<i>Nitzschia</i> spp.	403	358	224	358	89	761	896	537	672	328	403	702
12		<i>Plagiotropis</i> spp.	44	89	44	44	89	89	0	44	89	58	74	44
13		<i>Thalassionema</i> sp.	224	0	44	0	0	0	0	44	0	89	0	15
14		<i>Surirella</i> spp.	44	134	44	179	0	89	179	134	89	74	89	134
15		<i>Synedra</i> spp.	0	224	89	0	268	44	0	0	89	104	104	30
16		<i>Thalassiothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	30	0
17	中心目	<i>Melosira moniliformis</i>	179	403	2,329	44	0	0	179	0	0	970	15	60
18		Pleurosiaceaeの類	2,732	3,539	2,643	1,747	1,433	2,643	1,299	1,388	2,240	2,971	1,941	1,642
19		<i>Skeletonema costatum</i>	0	268	1,075	896	1,433	716	179	224	403	448	1,015	269
20		藍藻	<i>Oscillatoria</i> spp.(群体数)	89	89	134	0	0	0	0	89	0	104	0
	合計	cells/cm ²	6,983	8,193	9,668	6,040	5,191	8,191	6,222	4,202	5,727	8,281	6,474	5,309

8月

珪藻類	種名	試験区①-1	試験区①-2	試験区①-3	試験区②-1	試験区②-2	試験区②-3	対照区-1	対照区-2	対照区-3	試験区①	試験区②	対照区		
1	羽状目	<i>Amphora</i> spp.	582	44	716	44	358	179	268	448	179	447	194	298	
2		<i>Bacillaria</i> sp.	2,867	2,150	537	2,867	448	2,867	358	1,792	3,225	1,851	2,061	1,792	
3		<i>Cocconeis</i> spp.	134	44	44	0	179	268	179	89	0	74	149	89	
4		<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	89	134	0	0	74	
5		<i>Fragilaria</i> sp.(small*)	896	1,433	448	0	0	0	0	0	0	926	0	0	
6		<i>Fragilaria</i> spp.	179	179	179	89	179	179	268	179	89	179	149	179	
7		<i>Navicula cancellata</i>	1,792	1,568	1,523	627	1,254	806	1,164	1,164	1,433	1,628	896	1,254	
8		<i>Navicula</i> spp.	448	134	627	89	268	268	179	268	268	403	208	238	
9		<i>Nitzschia longissima</i>	89	0	89	0	0	0	0	0	0	59	0	0	
10		<i>Nitzschia</i> spp.	358	134	89	0	0	0	44	89	89	194	0	74	
11		<i>Plagiotropis</i> spp.	134	179	0	0	44	89	89	0	0	104	44	30	
12		<i>Surirella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	15	
13		<i>Synedra</i> spp.	0	0	44	0	0	0	0	44	0	15	0	15	
14		<i>Thalassiothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	89	44	0	0	0	30	15	
15		中心目	<i>Skeletonema costatum</i>	1,881	358	3,136	1,075	2,329	537	716	2,060	1,075	1,792	1,314	1,284
16			<i>Melosira</i> sp.	1,030	2,240	4,300	0	0	537	179	0	0	2,523	179	60
17	<i>Paralia sulcata</i>		537	1,075	448	0	537	896	0	358	627	687	478	328	
18	Pleurosiaceaeの類		2,150	2,553	2,150	1,971	1,702	1,792	3,852	3,404	2,956	2,284	1,822	3,404	
19	<i>Thalassiosira</i> spp.	44	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0		
20	藍藻	<i>Oscillatoriaceae</i> (群体数)	448	358	448	358	179	627	179	89	0	418	388	89	
	合計	cells/cm ²	13,569	12,449	14,778	7,120	7,477	9,134	7,519	10,073	10,119	13,599	7,910	9,237	

10月

珪藻類	種名	試験区①-1	試験区①-2	試験区①-3	試験区②-1	試験区②-2	試験区②-3	対照区-1	対照区-2	対照区-3	試験区①	試験区②	対照区		
1	羽状目	<i>Amphora</i> spp.	358	985	716	448	537	716	358	268	448	686	567	358	
2		<i>Bacillaria</i> sp.	2,867	4,480	5,824	5,376	4,928	7,168	1,433	4,928	9,408	4,390	5,824	5,256	
3		<i>Ceratoneis closterium</i>	6,720	7,616	12,544	8,064	17,024	12,992	448	9,408	6,720	8,960	12,693	5,525	
4		<i>Cocconeis</i> spp.	89	89	448	268	89	89	358	448	448	209	149	418	
5		<i>Diploneis</i> sp.	0	0	44	44	0	0	0	179	0	15	15	60	
6		<i>Entomoneis</i> spp.	44	44	0	0	0	0	0	44	29	0	0	15	
7		<i>Fragilaria</i> spp.	0	0	89	0	0	0	0	0	0	30	0	0	
8		<i>Navicula cancellata</i>	89	179	268	896	1,075	537	896	627	806	179	836	776	
9		<i>Navicula</i> spp.	627	537	1,344	1,881	1,881	1,881	716	716	716	836	1,881	716	
10		<i>Nitzschia</i> spp.	268	1,164	1,881	716	1,075	448	268	806	1,075	1,104	746	716	
11		<i>Plagiotropis</i> spp.	0	0	44	44	89	0	0	0	0	15	44	0	
12		<i>Thalassionema</i> sp.	358	0	179	537	179	627	0	358	0	179	448	119	
13		<i>Surirella</i> spp.	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	15	0	
14		中心目	<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	89	0	0	0	1,254	0	0	30	418
15			<i>Melosira</i> sp.	0	358	268	0	0	0	0	0	179	209	0	60
16			Pleurosiaceaeの類	2,150	2,867	2,329	5,824	3,673	4,928	3,225	7,168	7,168	2,448	4,808	5,854
17	<i>Thalassiosira</i> spp.		0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	30	
18	<i>Skeletonema costatum</i>	2,688	3,584	3,763	1,702	2,329	3,942	179	3,404	2,329	3,345	2,658	1,971		
19	藍藻	<i>Lyngbya</i> spp.(群体数)	0	0	0	0	0	44	89	0	0	15	30		
20	<i>Oscillatoriaceae</i> (群体数)	358	716	1,433	448	537	806	1,254	448	896	836	597	866		
	合計	cells/cm ²	16,616	22,619	31,174	26,381	33,416	34,178	9,224	30,101	30,237	23,470	31,325	23,187	

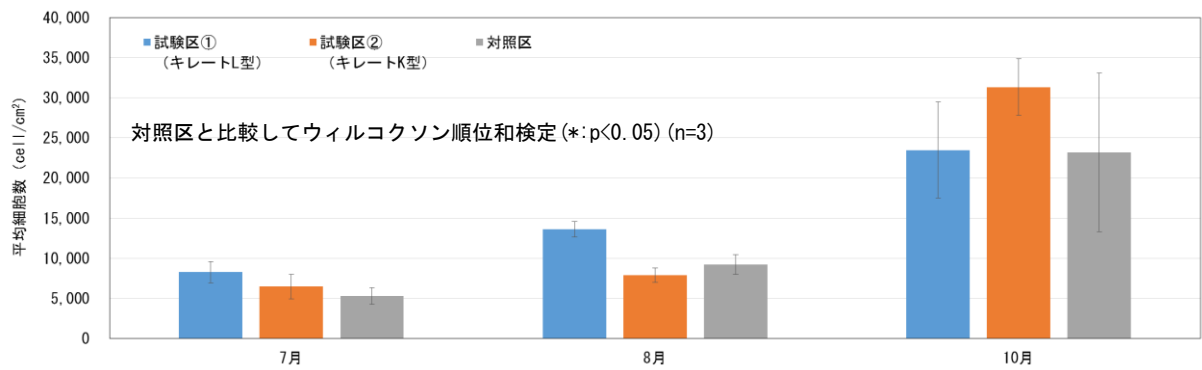


図 6-8 付着藻類の細胞数の変化

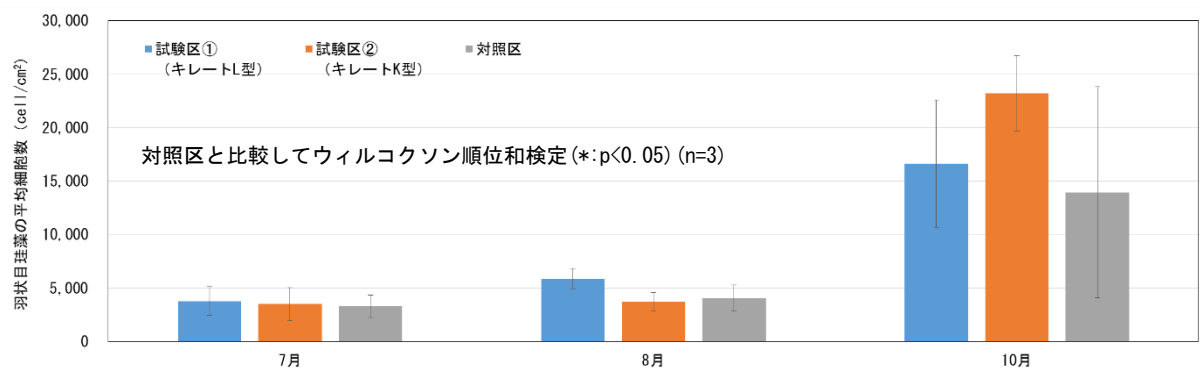


図 6-9 羽状目藻類の細胞数の変化

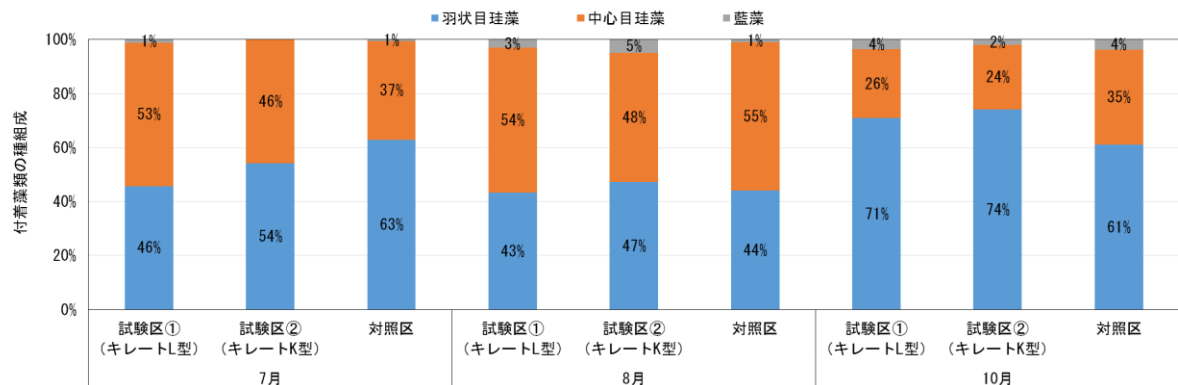


図 6-10 付着藻類の種組成

(3) 底質のクロロフィル a

底質のクロロフィル a の測定結果を表 6-7、クロロフィル a の増減率（各試験区の 7 月を基準とし、7 月からの増減率）を図 6-11 に示す。

クロロフィル a は、各試験とも 8 月から 10 月で減少する傾向が確認された。本試験期間では、環境変動による影響が大きく、本試験ではキレートマリンの効果の確認まで至らなかった。

表 6-7 底質のクロロフィル a の測定結果

試験区①(キレートL型)

クロロフィルa ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	7月	8月	10月	10月(表層5cm)
N1	11.0	10.0	2.4	1.8
N2	-	-	1.3	-
N3	-	-	2.6	-
平均値	-	-	2.1	-
標準偏差	-	-	0.6	-

試験区②(キレートK型)

クロロフィルa ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	7月	8月	10月	10月(表層5cm)
N1	6.4	12.0	2.8	2.1
N2	-	-	2.2	-
N3	-	-	3.6	-
平均値	-	-	2.9	-
標準偏差	-	-	0.6	-

対照区

クロロフィルa ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	7月	8月	10月	10月(表層5cm)
N1	7.7	13.0	3.2	2.3
N2	-	-	1.4	-
N3	-	-	1.2	-
平均値	-	-	1.9	-
標準偏差	-	-	0.9	-

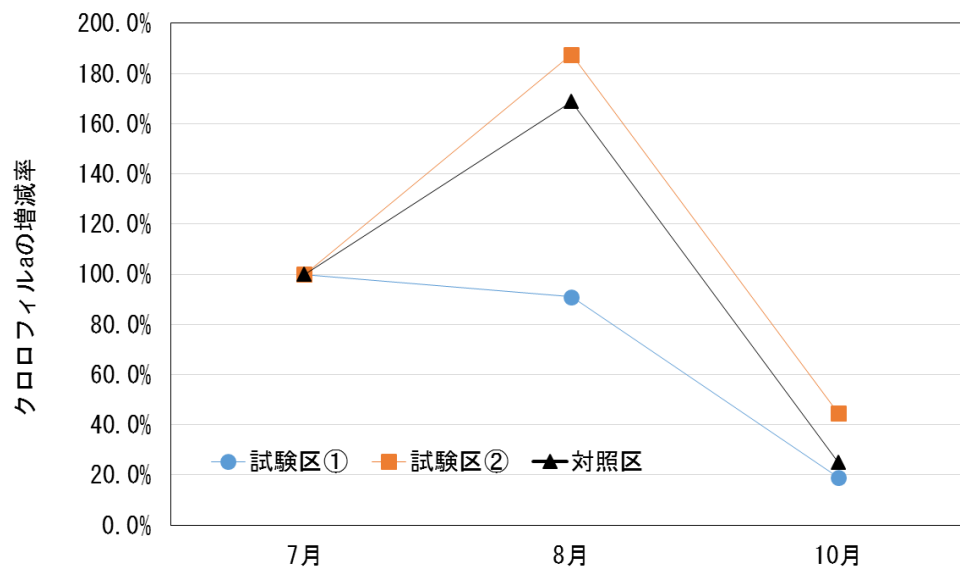


図 6-11 底質のクロロフィル a の増減率

(4) アサリの軟体部重量と肥満度

10月調査時に採取したアサリの肥満度を表 6-8、図 6-12 に示す。

育成籠①は、本試験期間中に試験区①で全個体アサリが斃死したため、育成籠②、育成籠③で生残したアサリで評価を行った。

肥満度は、試験区①（キレート L 型）で 10.7 ± 3.7 、試験区②（キレート K 型）で 12.7 ± 2.5 、対照区で 9.5 ± 2.8 であった。

試験区②（キレート K 型）で有意な差（ウィルコクソン順位和検定： $p < 0.05$ ）が確認された。

表 6-8 アサリの肥満度

	試験区① (キレートL型)	試験区② (キレートK型)	対照区
N1	13.5	11.3	10.9
N2	13.2	12.6	12.2
N3	9.2	9.1	14.2
N4	6.3	14.3	9.4
N5	11.4	16.1	11.2
N6	15.6	8.7	6.1
N7	6.0	15.7	4.9
N8		11.8	7.7
N9		15.0	8.5
N10		13.8	9.6
N11		11.1	
平均	10.7	12.7	9.5
標準偏差	3.7	2.5	2.8

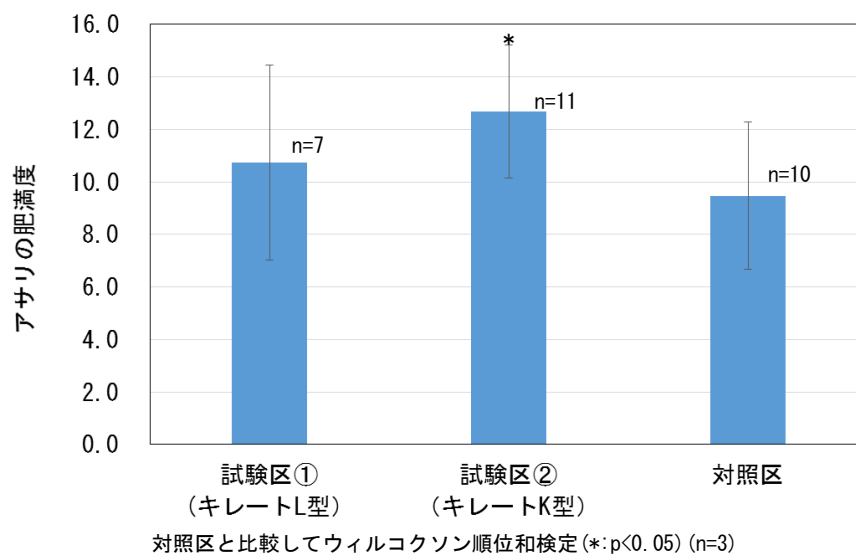


図 6-12 アサリの肥満度

6.2.4 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について

(1) 底生生物調査

底生生物の個体数、湿重量を図 6-13、個体数（対照区に対する試験区の割合）を表 6-9、図 6-14、底生生物の多様度を図 6-15 に示す。

7 月の個体数は、試験区①（キレート L 型）で 3,129 個体、試験区②（キレート K 型）で 2,062 個体、対照区で 1,244 個体となり、試験区①（キレート L 型）が最も多かった。

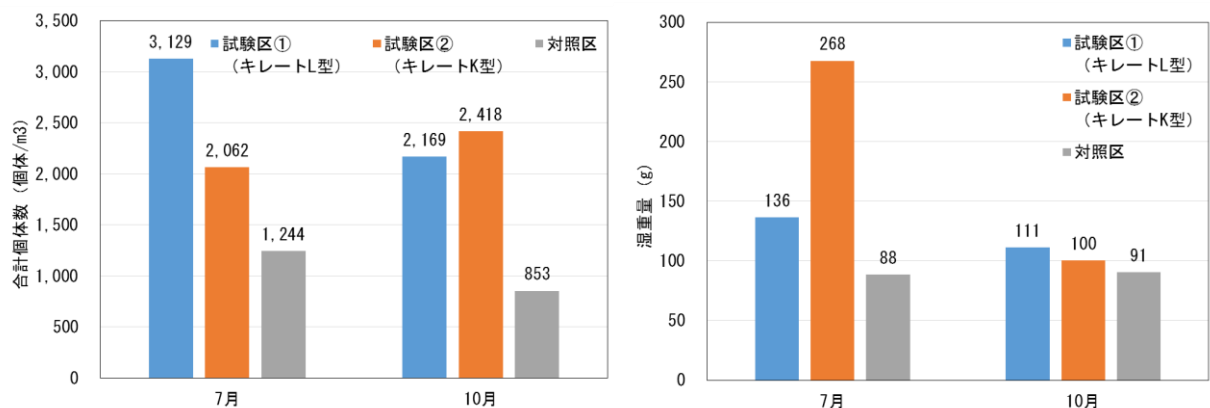
10 月は、試験区①（キレート L 型）で 2,169 個体、試験区②（キレート K 型）で 2,418 個体、対照区で 853 個体となり、試験区②（キレート K 型）が最も多かった。

湿重量は、7 月では試験区①（キレート L 型）で 136g、試験区②（キレート K 型）で 268g、対照区で 88g となり、試験区②（キレート K 型）が最も重かった。

10 月では試験区①（キレート L 型）で 111g、試験区②（キレート K 型）で 100g、対照区で 91g となり、試験区①（キレート L 型）が最も重かった。なお、対照区で比較的大きなオキシジミ 1 個体が湿重量の約 79%を占めていたため、データから外した。

確認された底生生物の種構成は、季節変動が大きく、7 月と 10 月では構成種が大幅に異なるため、対照区を基準（対照区を母数）として評価した。対照区に対する試験区①（キレート L 型）の個体数の割合は、増減は見られなかったが、試験区②（キレート K 型）は 7 月より 10 月で高くなる傾向が見られた。

底生生物の多様度は、7 月、10 月とも試験区間で大きな差は確認されなかった。なお、底生生物の多様度は Shannon-Weaver 関数により算出した。



※10 月の対照区においてオキシジミ 1 個体が全湿重量の約 79%を占めたため、データから除外した。

図 6-13 底生生物の個体数と湿重量

表 6-9 個体数（対照区に対する試験区の割合）

	個体数(個体/m ³)			対照区に対する試験区の割合	
	試験区①	試験区②	対照区	試験区①/対照区	試験区②/対照区
7月	3,129	2,062	1,244	251.5%	165.8%
10月	2,169	2,418	853	254.3%	283.5%
変動率	69.3%	117.3%	68.6%	2.8%	117.7%

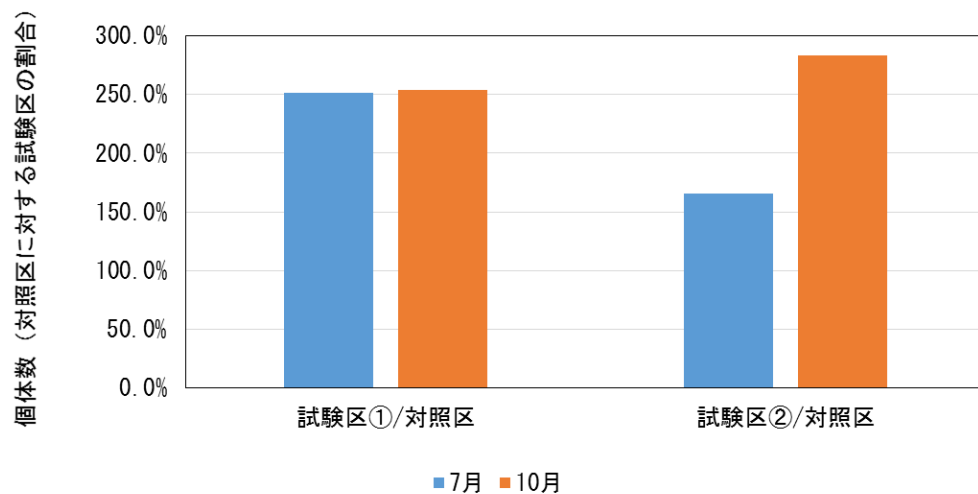


図 6-14 個体数（対照区に対する試験区の割合）

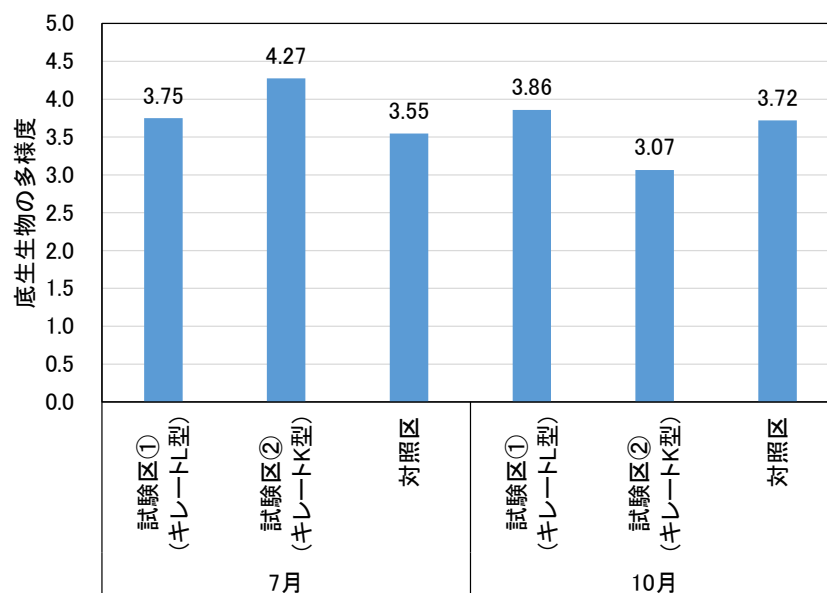


図 6-15 底生生物の多様度

(2) 底質の強熱減量

底質の強熱減量を表 6-10、強熱減量の減少率（各試験区の 7 月を基準とし、7 月からの減少率）を図 6-16 に示す。

強熱減量は、両試験区とも対照区より減少する傾向が見られた。

表 6-10 底質の強熱減量測定結果

強熱減量 (%)	試験区① (キレートL型)	試験区② (キレートK型)	対照区
7月	2.4	2.5	2.6
8月	1.8	1.5	1.9
10月(表層10cm)	1.6	1.6	1.9
10月(表層5cm)	1.8	2.1	2.3

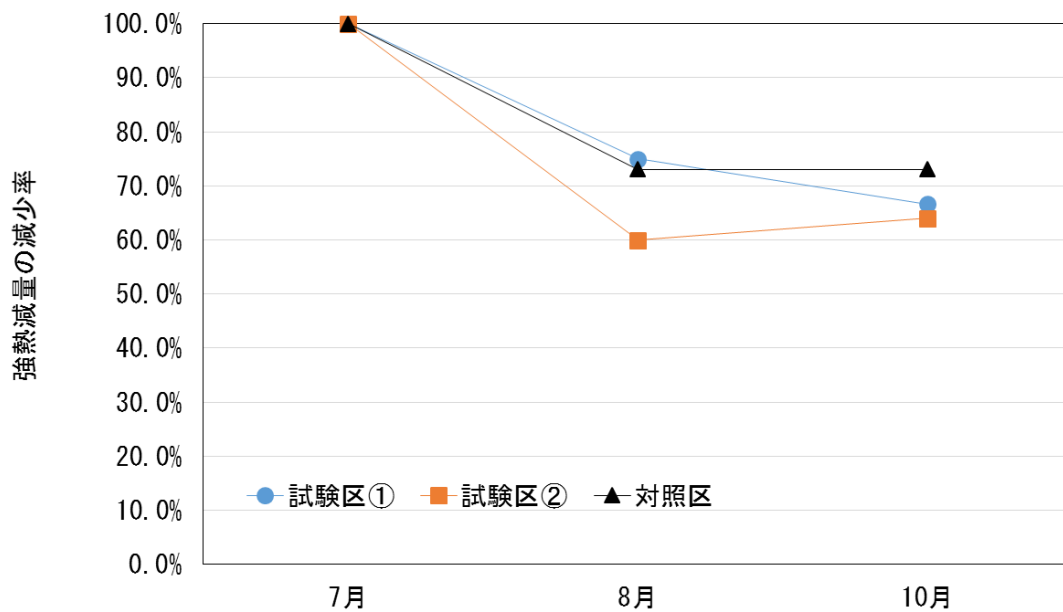


図 6-16 強熱減量の減少率

(3) アサリの生残率

調査時に採取したアサリの生残率を表 6-11、図 6-17 に示す。

8 月のアサリの生残率は、試験区①（キレート L 型）で 26%、試験区②（キレート K 型）で 78%、対照区で 64%であり、試験区②（キレート K 型）で最も高かった。試験区①の 7 月から 8 月にかけての生残率の減少は、試験区①で発生した硫化水素が 1 つの要因である可能性が考えられた。

10 月のアサリの生残率は、試験区①（キレート L 型）で 6%、試験区②（キレート K 型）で 18%、対照区で 14%であり、試験区②（キレート K 型）で最も高かった。

表 6-11 アサリの生残率

生残率(%)	試験区① (キレートL型)	試験区② (キレートK型)	対照区
7月	100	100	100
8月	26	78	64
10月	6	18	14

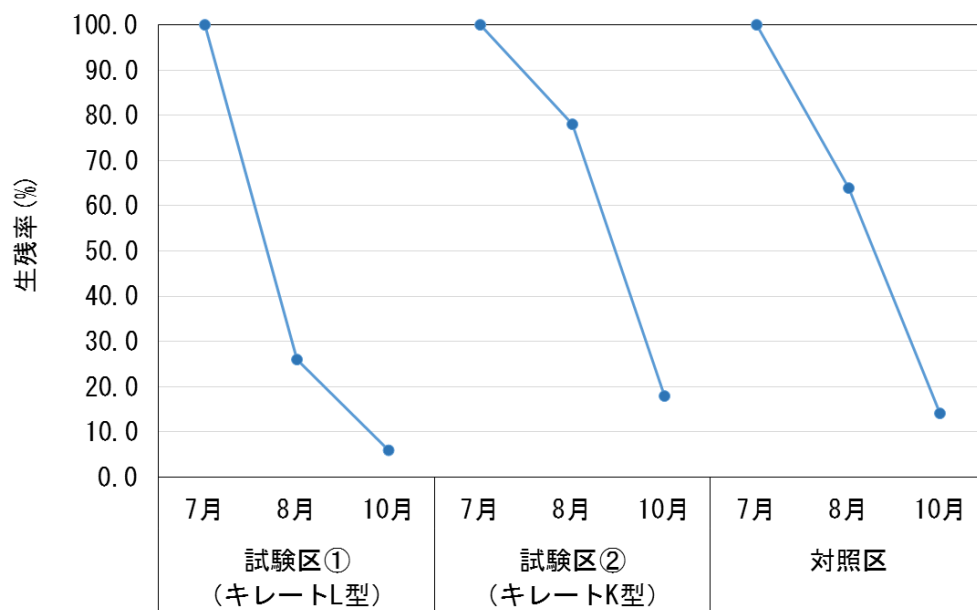


図 6-17 採取したアサリの生残率

6.3 考察

6.3.1 期待される導入効果

(1) 硫化水素の発生抑制効果について

- ・キレートマリン設置 1 か月後、対照区よりも試験区で、間隙水中の鉄イオンが有意に高かった（ウィルコクソン順位検定、 $p < 0.05$, $n=3$ ）。また、キレートマリン設置 3 か月後、対照区では鉄イオンの検出は確認できなかったが、試験区①（キレート L 型）の表層 5cm では鉄イオンの検出が確認された。以上のことから、試験区①（キレート L 型）は、設置 3 か月後までキレートマリンから継続的に鉄イオンが溶出していることが推察された。また、試験区②（キレート K 型）は、設置 1 か月後まで鉄イオンが溶出していることが推察された。
- ・試験期間を通して、間隙水中の溶存硫化物は確認されなかった。間隙水中の AVS は 8 月の試験区①（キレート L 型）で確認されたが、それ以降、どの地点でも確認されなかった。底質中の AVS の増加量は、試験区①（キレート L 型）は対照区よりも高くなる傾向にあることが示唆されたが、試験区②（キレート K 型）は増加する傾向は見られなかった。以上のことから、試験区①（キレート L 型）では、キレートマリンを設置した下の層で発生した硫化物イオンが、キレートマリンから溶出した鉄イオンと反応し硫化鉄となり、固定された結果キレートマリン周辺で底質中の AVS が高くなったと考えられた。従って、キレートマリンを設置することで、周囲で発生する硫化物イオンを底質に固定する効果が考えられた。
- ・試験期間を通して、硫化水素の発生は局所的に 8 月の試験区①（キレート L 型）のみで確認された。ただし、それ以降は確認されなかった。
- ・以上のことから、本実証試験では、キレートマリン設置により鉄イオンの溶出効果は両試験区、硫化物の固定効果は試験区①（キレート L 型）で捉えることができた。しかし、試験区と対照区で硫化水素が発生しなかったことから、硫化水素の発生抑制効果の評価までには至らなかった。

(2) 付着珪藻の増加について

- ・付着藻類の細胞数は、対照区と比べて試験区②（キレート K 型）で高くなる傾向が見られた。アサリの安定的な餌となる羽状目珪藻の細胞数は、両試験区ともに対照区と比べて高くなる傾向が見られた。また、底生微細藻類の種組成から、両試験区ともに対照区と比べて羽状目珪藻が占める割合が多くなる傾向が見られた。なお、アサリの肥満度は、両試験区とも対照区と比べ高くなる傾向が見られ、試験区②（キレート K 型）は有意に高い（ウィルコクソン順位検定、 $p < 0.05$, $n=3$ ）結果が得られた。ただし、間隙水中のケイ素は、環境変動や供給や消費の観点から、本試験ではキレートマリンの効果の確認までには至らなかった。
- ・以上のことから、キレートマリンを設置することで、アサリの安定的なエサとなる羽状目珪藻類を増加させることで、アサリの肥満度に寄与していると考えられた。

(3) 底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上について

- ・底生生物の個体数（対照区に対する試験区の割合）について、対照区に対する試験区①の個体数の割合は、増減は見られなかったが、試験区②（キレート K 型）は 7 月より 10 月で高くなる傾向が見られた。ただし、試験区底生生物の多様度は、試験区間で大きな差は確認されなかった。なお、底質の強熱減量は、両試験区で対照区と比べて低くなる傾向が見られた。
- ・以上のことから、実証試験では、試験区②（キレート K 型）で、底生生物の生物量（個体数）の増加効果が見られた。しかし、底生生物の多様度が対照区と差がなかったことから、底生生物の多様性の向上効果の評価までには至らなかった。

6.3.2 普及拡大に向けた課題

キレートマリン L 型を設置した試験区①において、設置後 1 か月で局所的に硫化水素の発生が確認された。これは、キレートマリン L 型を底質中に 10cm 埋め込んだことで、その周辺が一時的に還元状態となり、硫化水素が発生しやすくなったと考えられる。このことから、キレートマリン L 型については、運用面に課題が確認されたため、普及拡大に向けては、現地の状況やニーズに併せた運用方法を適宜検討することが重要である。この運用方法としては、埋め込まずに少し棚揚げして設置する、または吊るす方法や海底上に設置する方法がある。さらに、硫化水素が発生する環境化では、埋め込み硫化水素の発生抑制のみの効果を期待する方法も考えられる。

なお、本実証試験は、3 か月間という短い期間での試験であったため、長期的に試験を行うことでキレートマリンの効果をより把握できるものと考えられる。

6.4 実証試験のまとめ

本実証試験のまとめを表 6-12 に示す。

表 6-12 期待される効果と達成状況

試験区①（キレートマリンL型）

実証項目	目標水準	評価項目(詳細)	評価プロセス	個別評価	個別評価の根拠	考えられる効果	
目標水準に対する評価	①硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと 項目:硫化水素	硫化水素の抑制	対照区との比較	評価不能	対照区で硫化水素の発生無し	本試験では、硫化水素の発生抑制効果は不明である
	②付着珪藻の増加	対照区に比べ試験区で高いこと 項目:底生微細藻類、クロロフィルa	珪藻類の細胞数	初期値(7月時)からの増減	未達成	対照区と差無し	羽状目珪藻の増加効果について期待できると考えられる
			珪藻類の種組成	対照区との比較	達成	羽状目珪藻の構成割合が高くなる傾向にあった	
			特定種(羽状目珪藻)の細胞数への寄与	初期値(7月時)からの増減	部分的達成	対照区と比べて、高くなる傾向が見られる	
			クロロフィルa	初期値(7月時)からの増減	評価不能	環境変動に伴う増減が大きく評価不能	
	③底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ試験区で高いこと 項目:底生生物	底生生物の個体数	対照区を基準にした増減割合	評価不能	増加量は、試験区①で評価不能	現在のデータからは、効果は期待できない
底生生物の多様性			対照区との比較	未達成	対照区と差無し		
実証対象技術(原理、目的)に対する評価	①硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと	鉄イオンの溶出	対照区との比較	達成	季節変動があるなか、対照区で鉄イオンが減少した際に対照区に比べて高い鉄イオンを確認	鉄イオンの溶出と硫化物イオンの固定化が考えられる
			硫化物イオンの固定	初期値(7月時)からの増減	達成	試験区①でAVSの増加量が対照区の増加量より高い。硫化物イオンの固定化の可能性が考えられる	
	②付着珪藻の増加	対照区に比べ試験区で高いこと	ケイ素濃度	初期値(7月時)からの増減	評価不能	供給と消費、環境変動の観点から評価不能	現在のデータからは、効果は期待できない
			アサリの肥満度	対照区との比較	未達成	試験区①は有意差無し	
	③底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ試験区で高いこと	アサリの生残率	対照区との比較	評価不能	試験区・対照区ともに斃死	現在のデータからは、効果は期待できない

試験区②（キレートマリンK型）

実証項目	目標水準	評価項目(詳細)	評価プロセス	個別評価	根拠	考えられる効果	
目標水準に対する評価	①硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと 項目:硫化水素	硫化水素の抑制	対照区との比較	評価不能	対照区で硫化水素の発生無し	本試験では、硫化水素の発生抑制効果は不明である
	②付着珪藻の増加	対照区に比べ試験区で高いこと 項目:底生微細藻類、クロロフィルa	珪藻類の細胞数	初期値(7月時)からの増減	部分的達成	対照区と比べて、高くなる傾向が見られる	珪藻類の増加、特に羽状目珪藻の増加効果について期待できる
			珪藻類の種組成	対照区との比較	達成	羽状目珪藻の構成割合が、試験区②で高くなる傾向にあった	
			特定種(羽状目珪藻)の細胞数への寄与	初期値(7月時)からの増減	部分的達成	対照区と比べて、高くなる傾向が見られる	
	③底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ試験区で高いこと 項目:底生生物	底生生物の個体数	対照区を基準にした増減割合	達成	試験区②の増加量から、達成	底生生物の個体数の増加について、効果が期待できる
			底生生物の多様性	対照区との比較	未達成	対照区と差無し	
実証対象技術(原理、目的)に対する評価	①硫化水素の発生抑制	対照区に比べ硫化水素濃度が試験区で低いこと	鉄イオンの溶出	対照区との比較	達成	季節変動があるなか、対照区で鉄イオンが減少した際に、対照区に比べて高い鉄イオンを確認	鉄イオンの溶出は考えられたが、硫化物の固定効果の確認までには至らなかった
			硫化物イオンの固定	初期値(7月時)からの増減	未達成	試験区②でAVSの増加はみられない	
	②付着珪藻の増加	対照区に比べ試験区で高いこと	ケイ素濃度	初期値(7月時)からの増減	評価不能	対照区の増加量と比べて、試験区②は低い。供給と消費の観点から評価不能	アサリの肥満度を向上させる効果も期待できる
			アサリの肥満度	対照区との比較	達成	試験区②は対照区より高くなった。試験区①は有意差無し	
	③底生生物の生物量の増加、種の多様性の向上	対照区に比べ試験区で高いこと	アサリの生残率	対照区との比較	評価不能	試験区・対照区ともに斃死	現在のデータからは、効果は期待できない

○付録

1. 用語集
2. 調査データ一覧
3. 写真集

1. 用語集

実証事業に係る用語

用語	定義
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。実証対象技術には、機器・装置を使用する技術の他、機器・装置を使用しない技術も含まれる。 実証対象技術は、明確な科学的根拠を持つものでなければならない。
実証試験実施場所	実証対象技術が適用され、実証試験が実施される場所・海域を指す。
調査項目	実証対象技術の効果の実証、維持管理上の特性の確認、その他の周辺情報など、実証試験において調査される項目を指す。実証項目とは、調査項目のうち、実証対象技術の性能や効果を測るための項目を指す。
実証申請者	実証試験を希望するものを指す。開発者や販売店等。複数の事業者により技術実証について申請する場合、及び複数の技術・製品を組み合わせたものをひとつの技術として申請する場合は、代表となる事業者一名を実証申請者とする。申請した技術が実証対象として選定された後は、実証申請者を環境技術開発者と呼ぶ。
環境技術開発者	実証対象技術の保有者を指す。申請した技術が実証対象として選定されるまでは、実証申請者と呼ぶ。

技術的専門用語

用語	定義
pH (水素イオン濃度 指数)	水の酸性とアルカリ性の度合いを表す指標で、単位はない。中性の水は pH7 で、7 より小さいものは酸性、7 より大きいものはアルカリ性となる。通常の淡水は pH7 前後だが、海水はややアルカリ性で pH8 前後である。 pH は水中の化学的作用や生物作用に大きな影響を与える。水産用水としては、河川や湖沼では pH6.7～7.5、海域では pH7.8～8.4 の範囲が生物の成育に適しているといわれている。
DO (dissolved oxygen：溶存酸素)	水中に溶解している酸素ガスのことで、河川や海域での自浄作用や、魚類をはじめとする水生生物の生活には不可欠なものである。底層における DO は一般に、魚介類が生存するためには 3mg/L 以上が必要であり、良好な状態を保つためには 5mg/L 以上であることが望ましいとされている。好気性微生物が活発に活動するためには 2mg/L 以上が必要であり、それ以下になると嫌気性分解が起こり、硫化水素やメルカプタン等の悪臭物質が発生する。
強熱減量 (ignition loss： IL)	試料水を 105～110℃で蒸発乾固したときに残る物質を「蒸発残留物」という。「強熱減量」とは、この「蒸発残留物」を約 600℃で灰化（強熱・燃焼）したときに揮散する物質のことを指し、残った物質を「強熱残留物」（ignition residue：IR）という。「強熱減量」の大部分は有機物であり、「強熱残留物」の大部分は不揮発性の無機物である。

用語	定義
酸化還元電位 (oxidation reduction potential : ORP)	水中の酸化還元状態の程度を示す指標で、ORP が+であれば酸化反応が、-であれば還元反応が進行することを意味し、ORP 値によって水中の物質の存在状態（例えば $\text{Fe}(\text{OH})_3$ として沈殿するか Fe^{2+} として溶出するか、硫黄が SO_4^{2-} として存在するか H_2S が発生するか）を推定することができる。 溶存酸素との関係では、概略的には好気性状態（$\text{DO} > 0$）では $\text{ORP} > 0$、嫌気性状態（$\text{DO} < 0$）では $\text{ORP} < 0$ といえる。
Chl-a (Chlorophyll-a : クロロフィル a)	クロロフィルは、植物の葉緑体やシアノバクテリアに含まれる光合成に関与する緑色色素である。一般には葉緑素と言われている。クロロフィル a、b、c 及びバクテリオクロロフィルの 4 種類がある。 そのうち、クロロフィル a はほとんどの植物に含まれている。水域ではその濃度が植物プランクトンの量を示すため、さまざまな環境指標として用いられる。たとえば、植物プランクトンの餌となる無機塩類が多ければ、植物プランクトンが増えクロロフィル a 濃度が高くなるため、水質汚濁の指標となる。
硫化物 (AVS) (Acid Volatile Sulfides: AVS)	塩酸に溶解して硫化水素を発生させる形態の硫化物は、酸揮発性硫化物 (AVS) として定義されており、底質中の硫化物量（硫化水素を発生するもの）を示す尺度である。この値が大きいほど腐敗（貧酸素状態）が進んでいる。AVS として測定される硫化物は、HS^-、H_2S、FeS、Fe_3S_4 などである。
硫化水素 (H_2S)	腐った卵のようなにおいのある物質で、代表的な悪臭物質のひとつである。 水田、湖沼、海域の底泥をはじめとする嫌気的な環境では、硫酸還元菌や硫黄還元菌の働きによって硫酸イオン (SO_4^{2-}) や元素硫黄 (S^0) は還元され、硫化水素 (H_2S) が生成する。 硫化水素は、還元型チトクローム a_3 の酸化を遮断して、酸化的磷酸化を阻害することにより、低酸素症と同様の症状を引き起こすことが知られている。この毒性は、イオン化していない硫化水素 (H_2S) に限られるので、硫化水素の毒性は、pH によって左右される。

2. 調査データ一覧

2.1 間隙水調査

間隙水調査結果を以下に示す。

試験区①(キレートL型)

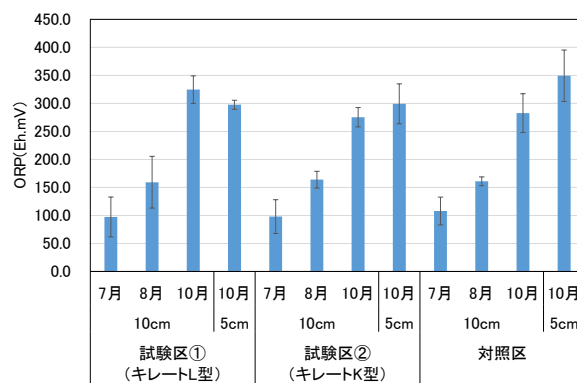
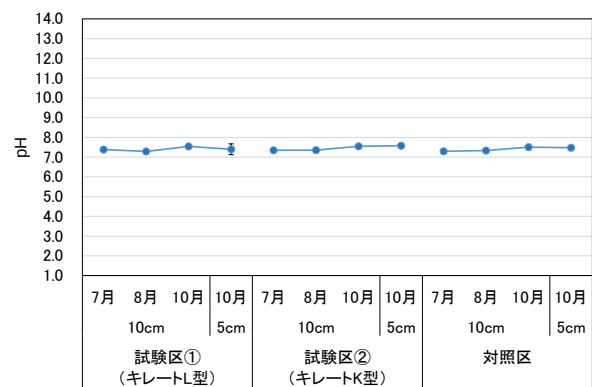
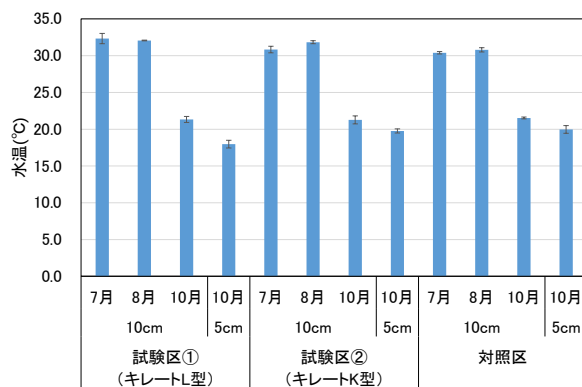
	7月			8月			10月(表層10cm)			10月(表層5cm)		
N1	32.0	7.39	47	32.1	7.26	222	21.0	7.60	355	17.5	7.01	292
N2	31.7	7.36	120	32.1	7.36	112	21.9	7.48	324	17.7	7.61	309
N3	33.3	7.40	125	32.0	7.26	144	21.1	7.54	295	18.7	7.58	292
平均値	32.3	7.38	97	32.1	7.29	159	21.3	7.54	325	18.0	7.40	298
標準偏差	0.7	0.02	36	0.0	0.05	46	0.4	0.05	24	0.5	0.28	8

試験区②(キレートK型)

	7月			8月			10月(表層10cm)			10月(表層5cm)		
	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	31.1	7.40	58	32.1	7.39	143	20.5	7.45	251	19.4	7.49	250
N2	31.2	7.32	105	31.6	7.28	175	21.6	7.60	286	19.8	7.68	315
N3	30.2	7.32	131	31.8	7.40	174	21.7	7.60	289	20.1	7.57	333
平均値	30.8	7.35	98	31.8	7.36	164	21.3	7.55	275	19.8	7.58	299
標準偏差	0.4	0.04	30	0.2	0.05	15	0.5	0.07	17	0.3	0.08	36

対照区

	7月			8月			10月(表層10cm)			10月(表層5cm)		
	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)	水温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	30.6	7.34	81	31.1	7.29	154	21.5	7.37	246	20.7	7.47	286
N2	30.2	7.26	102	30.4	7.35	172	21.7	7.53	273	19.7	7.35	368
N3	30.4	7.30	141	30.9	7.36	157	21.4	7.62	329	19.5	7.62	394
平均値	30.4	7.30	108	30.8	7.33	161	21.5	7.51	283	20.0	7.48	349
標準偏差	0.2	0.03	25	0.3	0.03	8	0.1	0.10	35	0.5	0.11	46



2.2 底質調査

底質調査結果を以下に示す。

試験区①(キレートL型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	28.7	7.26	63	28.2	7.16	14	27.9	7.45	-17	27.5	7.49	-26
N2	28.4	7.40	49	28.0	7.35	-15	27.2	7.42	-18	27.1	7.45	-19
N3	28.4	7.71	81	28.0	7.30	-6	27.8	7.52	10	27.4	7.48	83
平均値	28.5	7.46	64	28.1	7.27	-2	27.6	7.46	-8	27.3	7.47	13
標準偏差	0.1	0.19	13	0.1	0.08	12	0.3	0.04	13	0.2	0.02	50

試験区①(キレートL型)

8月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	28.7	7.26	63	28.2	7.16	14	27.9	7.45	-17	27.5	7.49	-26
N2	28.4	7.40	49	28.0	7.35	-15	27.2	7.42	-18	27.1	7.45	-19
N3	28.4	7.71	81	28.0	7.30	-6	27.8	7.52	10	27.4	7.48	83
平均値	28.5	7.46	64	28.1	7.27	-2	27.6	7.46	-8	27.3	7.47	13
標準偏差	0.1	0.19	13	0.1	0.08	12	0.3	0.04	13	0.2	0.02	50

試験区①(キレートL型)

10月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	28.7	7.26	63	28.2	7.16	14	27.9	7.45	-17	27.5	7.49	-26
N2	28.4	7.40	49	28.0	7.35	-15	27.2	7.42	-18	27.1	7.45	-19
N3	28.4	7.71	81	28.0	7.30	-6	27.8	7.52	10	27.4	7.48	83
平均値	28.5	7.46	64	28.1	7.27	-2	27.6	7.46	-8	27.3	7.47	13
標準偏差	0.1	0.19	13	0.1	0.08	12	0.3	0.04	13	0.2	0.02	50

試験区②(キレートK型)

7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

試験区②(キレートK型)

8月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.8	7.40	31	28.6	7.25	-61	28.9	7.69	-114	28.9	7.77	-95
N2	28.4	7.61	-7	28.6	7.61	-72	29.0	7.72	-31	29.1	7.76	-34
N3	28.3	7.78	30	29.1	7.71	-72	29.4	7.72	-29	29.4	7.75	-30
平均値	28.2	7.60	18	28.8	7.52	-68	29.1	7.71	-58	29.1	7.76	-53
標準偏差	0.3	0.16	18	0.2	0.20	5	0.2	0.01	40	0.2	0.01	30

試験区②(キレートK型)

10月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	18.0	7.48	60	19.5	7.50	-12	19.9	7.43	-31	20.0	7.25	46
N2	17.5	7.34	61	18.7	7.32	10	19.8	7.50	25	19.4	7.43	22
N3	17.8	7.33	135	18.9	7.36	18	19.8	7.45	24	20.0	7.45	8
平均値	17.8	7.38	85	19.0	7.39	5	19.8	7.46	6	19.8	7.38	25
標準偏差	0.2	0.07	35	0.3	0.08	13	0.0	0.03	26	0.3	0.09	16

対照区

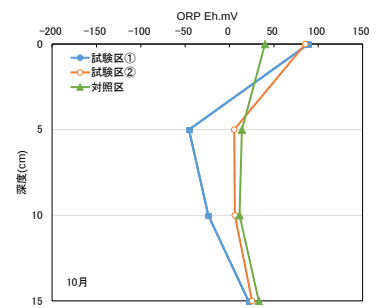
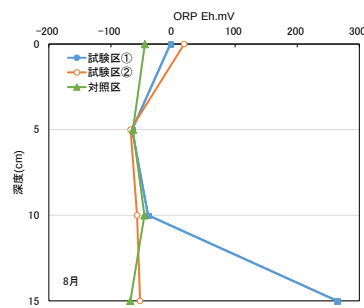
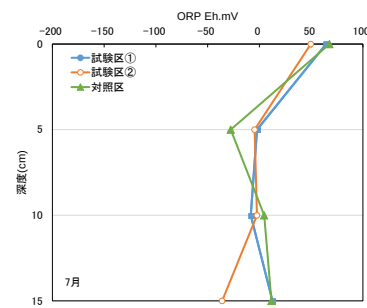
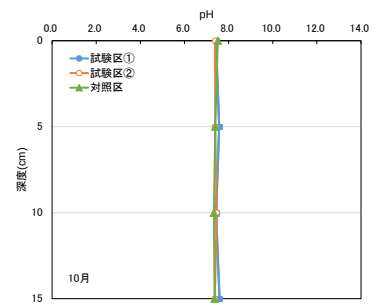
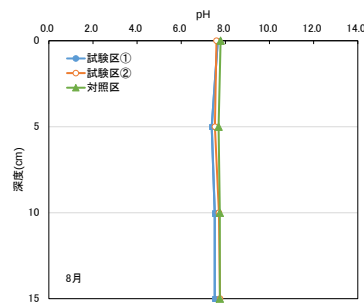
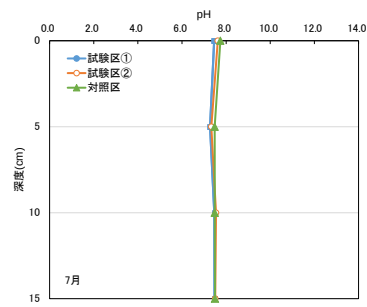
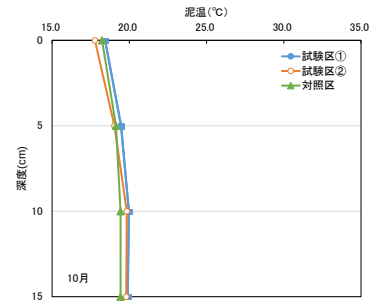
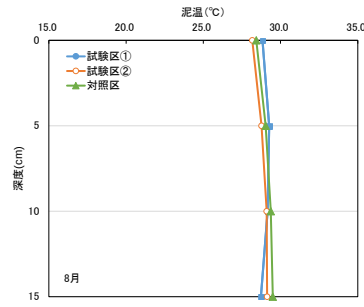
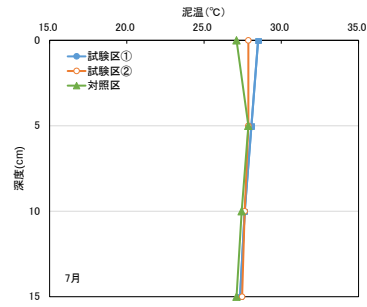
7月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.9	7.55	41	28.0	7.30	-2	27.6	7.58	-4	27.6	7.54	-26
N2	27.9	7.69	51	27.8	7.31	-3	27.8	7.48	9	27.7	7.46	0
N3	27.8	7.63	57	27.8	7.38	-9	27.5	7.56	-12	27.1	7.52	-82
平均値	27.9	7.62	50	27.9	7.33	-5	27.6	7.54	-2	27.5	7.51	-36
標準偏差	0.0	0.06	7	0.1	0.04	3	0.1	0.04	9	0.3	0.03	34

対照区

8月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	27.8	7.40	31	28.6	7.25	-61	28.9	7.69	-114	28.9	7.77	-95
N2	28.4	7.61	-7	28.6	7.61	-72	29.0	7.72	-31	29.1	7.76	-34
N3	28.3	7.78	30	29.1	7.71	-72	29.4	7.72	-29	29.4	7.75	-30
平均値	28.2	7.60	18	28.8	7.52	-68	29.1	7.71	-58	29.1	7.76	-53
標準偏差	0.3	0.16	18	0.2	0.20	5	0.2	0.01	40	0.2	0.01	30

対照区

10月	表層			5cm			10cm			15cm		
	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)	泥温(°C)	pH	ORP(mV)
N1	18.0	7.48	60	19.5	7.50	-12	19.9	7.43	-31	20.0	7.25	46
N2	17.5	7.34	61	18.7	7.32	10	19.8	7.50	25	19.4	7.43	22
N3	17.8	7.33	135	18.9	7.36	18	19.8	7.45	24	20.0	7.45	8
平均値	17.8	7.38	85	19.0	7.39	5	19.8	7.46	6	19.8	7.38	25
標準偏差	0.2	0.07	35	0.3	0.08	13	0.0	0.03	26	0.3	0.09	16



2.3 底生生物調査

底生生物の個体数の調査結果を以下に示す。

No.	門和名	種和名	7月 個体数			10月 個体数		
			試験区①	試験区②	対照区	試験区①	試験区②	対照区
1	扁形動物門	三岐腸目					36	
2	紐形動物門	紐形動物門	71					
3	軟体動物門	ウミゴマツボ	284	178	107			
4		Niotha属					36	
5		アラムシロガイ		178	178	249	36	
6		キヌボラ	36					
7		スイフガイ科	178					
8		ホトギスガイ	604	142	36			
9		ヒメシラトリガイ	36					
10		テリザクラガイ	249	213	107	36		
11		シズクガイ	36	36				
12		オキシジミ						36
13		ソトオリガイ		36				
14		オキナガイ科	36					
15	環形動物門	ウロコムシ科		36				
16		Glycera属			213		36	
17		Glycinde属		107	71	71	36	
18		Sigambra属	71			36		
19		コケゴカイ				178	782	
20		Ceratonereis属	71					
21		ミナミシロガネゴカイ				36		36
22		Nephtys属	178	71	107	142	142	142
23		Scoletoma属	284	178				
24		ケンサキスピオ	71					
25		イトエラスピオ						36
26		Prionospio属				178	36	36
27		Pseudopolydora属	36	36		36		
28		Magelona属						36
29		ミズヒキゴカイ科		142				
30		Heteromastus属	569	142	142	249	640	36
31		Mediomastus属				142		36
32		Notomastus属					107	36
33		タケフシゴカイ科	36					
34		Armandia属				356	142	
35		Lagis属	71	36	71			
36	節足動物門	アミメフジツボ						36
37		クーマ科	71		36			
38		ニッポンドロソコエビ					36	
39		Grandidierella属	36	107				
40		アリアケドロクダムシ		36				
41		Liljeborgia属		36				
42		テッポウエビ		36				
43		Alpheus属	36			71		
44		Athanas属		71		107	178	36
45		スナモグリ科				71	36	36
46		ヨコヤアナジャコ						36
47		アナジャコ科				36		
48		マメコブシガニ		36				
49		ムツハアリアケガニ	71	36	71	71	36	
50		チゴガニ		36			36	
51		オサガニ			36	36	36	
52		ヒメヤマトオサガニ		71	36			142
53		Macrophthalmus属			36	71	36	107
54		トリウミアカイソモドキ						36
55	棘皮動物門	無足目		71				
		種数	22	24	14	19	18	16
		個体数(個体数/m ³)	3129	2062	1244	2169	2418	853

※1) 分類体系は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト～平成27年度版～」(平成27年公表、水情報国土データ管理センター)に準じた。

※2) 湿重量の「+」は0.001g未満を示す。

底生生物の湿重量の調査結果を以下に示す。

No.	門和名	種和名	7月 湿重量			10月 湿重量		
			試験区①	試験区②	対照区	試験区①	試験区②	対照区
1	扁形動物門	三岐腸目					+	
2	紐形動物門	紐形動物門	0					
3	軟体動物門	ウミゴマツボ	1	0	0			
4		Niotha属					2	
5		アラムシロガイ		27	29	86	12	
6		キヌボラ	10					
7		スイフガイ科	1					
8		ホトギスガイ	3	2	0			
9		ヒメシラトリガイ	48					
10		テリザクラガイ	60	44	19	10		
11		シズクガイ	0	0				
12		オキシジミ						337
13		ソトオリガイ		18				
14		オキナガイ科	0					
15	環形動物門	ウロコムシ科		0				
16		Glycera属			6		0	
17		Glycinde属		1	0	0	0	
18		Sigambra属	0			+		
19		コケゴカイ				1	4	
20		Ceratonereis属	0					
21		ミナミシロガネゴカイ				0		0
22		Nephtys属	0	0	0	0	0	0
23		Scoletoma属	2	0				
24		ケンサキスピオ	+					
25		イトエラスピオ						+
26		Prionospio属				0	+	+
27		Pseudopolydora属	+	+		+		
28		Magelona属						0
29		ミズヒキゴカイ科		0				
30		Heteromastus属	2	1	0	1	1	0
31		Mediomastus属				0		+
32		Notomastus属					6	0
33		タケフシゴカイ科	0					
34		Armandia属				0	0	
35		Lagis属	1	0	1			
36	節足動物門	アミメフジツボ						7
37		クーマ科	+		+			
38		ニッポンドロソコエビ					0	
39		Grandidierella属	0	0				
40		アリアケドロクダムシ		+				
41		Liljeborgia属		0				
42		テッポウエビ		101				
43		Alpheus属	1			2		
44		Athanas属		1		0	1	0
45		スナモグリ科				0	+	0
46		ヨコヤアナジャコ						1
47		アナジャコ科				+		
48		マメコブシガニ		14				
49		ムツハアリアケガニ	6	0	5	5	1	
50		チゴガニ		3			8	
51		オサガニ			17	1	64	
52		ヒメヤマトオサガニ		53	8			77
53		Macrophthalmus属			1	4	1	2
54		トリウミアカイソモドキ						3
55	棘皮動物門	無足目		2				
湿重量(g/m ³)			136	268	88	111	100	427

※1)分類体系は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト～平成27年度版～」(平成27年公表、水情報国土データ管理センター)に準じた。

※2)湿重量の「+」は0.001g未満を示す。

2.4 アサリの成育試験

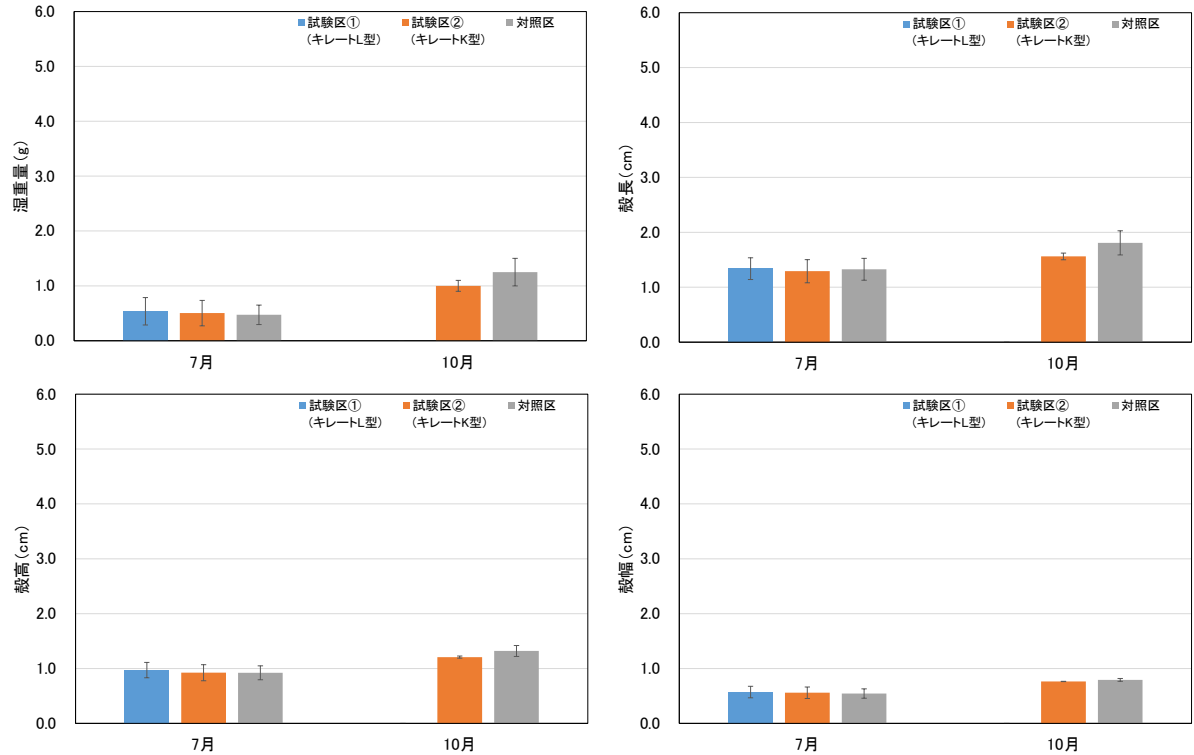
成育籠①のアサリの成育試験結果を以下に示す。

生育籠①

7月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	0.83	1.55	1.11	0.65	0.76	1.41	1.08	0.69	0.87	1.59	1.14	0.54
N2	1.26	1.69	1.16	0.81	0.60	1.41	1.03	0.60	0.51	1.55	1.00	0.66
N3	0.38	1.34	0.91	0.51	0.71	1.50	1.06	0.67	0.47	1.49	1.02	0.54
N4	0.83	1.54	1.14	0.73	0.34	1.11	0.85	0.48	1.04	1.76	1.25	0.80
N5	0.94	1.58	1.10	0.72	0.71	1.44	1.08	0.62	0.25	1.27	0.91	0.52
N6	0.74	1.53	1.10	0.64	0.37	1.11	0.80	0.52	0.30	1.32	0.89	0.50
N7	0.39	1.17	0.86	0.50	0.81	1.53	1.06	0.66	0.50	1.57	1.08	0.58
N8	0.50	1.39	1.02	0.57	0.91	1.60	1.20	0.71	0.48	1.24	0.90	0.58
N9	0.65	1.39	1.04	0.61	0.91	1.52	1.13	0.74	0.47	1.35	0.91	0.63
N10	0.86	1.61	1.19	0.72	0.82	1.46	1.04	0.72	0.57	1.60	1.11	0.64
N11	0.55	1.50	1.07	0.66	0.73	1.55	1.08	0.68	0.53	1.35	0.96	0.57
N12	0.30	1.20	0.86	0.48	0.77	1.31	0.98	0.72	0.28	1.19	0.84	0.47
N13	0.43	1.27	0.90	0.53	0.66	1.60	1.10	0.60	0.36	1.09	0.77	0.51
N14	0.85	1.65	1.16	0.69	0.93	1.64	1.12	0.68	0.59	1.35	0.94	0.61
N15	0.68	1.46	1.06	0.60	0.56	1.34	0.96	0.60	0.65	1.36	0.94	0.62
N16	0.96	1.62	1.17	0.68	0.84	1.66	1.16	0.68	0.37	1.19	0.83	0.45
N17	0.41	1.32	0.97	0.46	0.19	1.00	0.77	0.40	0.68	1.54	1.09	0.59
N18	0.32	1.11	0.84	0.46	0.74	1.59	1.09	0.64	0.53	1.53	1.06	0.58
N19	0.48	1.24	0.92	0.56	0.76	1.43	1.06	0.67	0.18	0.88	0.64	0.36
N20	0.73	1.61	1.15	0.65	0.21	1.09	0.78	0.42	0.48	1.45	0.98	0.64
N21	0.88	1.61	1.13	0.69	0.67	1.42	1.02	0.61	0.84	1.52	1.08	0.70
N22	0.31	1.17	0.80	0.46	0.45	1.25	0.90	0.49	0.41	1.32	0.85	0.46
N23	0.44	1.25	0.89	0.58	0.60	1.27	0.93	0.63	0.76	1.46	1.07	0.67
N24	0.53	1.24	0.96	0.61	0.55	1.34	0.96	0.58	0.47	1.29	0.95	0.56
N25	0.25	1.11	0.85	0.41	0.47	1.25	0.88	0.58	0.38	1.22	0.86	0.47
N26	0.20	1.01	0.77	0.41	0.86	1.69	1.16	0.69	0.53	1.30	0.90	0.53
N27	0.24	1.04	0.76	0.44	0.56	1.38	1.00	0.60	0.45	1.22	0.89	0.54
N28	0.28	1.18	0.82	0.50	0.38	1.17	0.82	0.53	0.56	1.22	0.94	0.64
N29	0.60	1.41	1.08	0.61	0.29	1.15	0.79	0.46	0.38	1.09	0.77	0.51
N30	0.48	1.29	0.98	0.60	0.17	0.99	0.69	0.37	0.41	1.24	0.90	0.49
N31	0.23	1.02	0.70	0.42	0.31	1.14	0.82	0.50	0.35	1.20	0.84	0.47
N32	0.82	1.45	1.10	0.73	0.36	1.22	0.85	0.49	0.45	1.23	0.88	0.51
N33	0.39	1.23	0.90	0.50	0.25	1.08	0.76	0.45	0.69	1.42	1.07	0.65
N34	0.60	1.37	1.00	0.62	0.23	1.00	0.74	0.40	0.48	1.26	0.91	0.54
N35	0.57	1.48	1.00	0.58	0.67	1.54	1.05	0.65	0.43	1.27	0.87	0.49
N36	0.64	1.54	1.04	0.63	0.27	1.01	0.77	0.47	0.37	1.15	0.88	0.50
N37	0.25	1.11	0.79	0.44	0.46	1.20	0.87	0.57	0.25	1.07	0.74	0.39
N38	0.40	1.24	0.99	0.56	0.26	1.12	0.77	0.46	0.20	0.89	0.67	0.38
N39	0.53	1.37	0.97	0.57	0.47	1.26	0.91	0.58	0.30	1.18	0.75	0.46
N40	0.36	1.19	0.88	0.51	0.42	1.27	0.88	0.52	0.56	1.42	1.03	0.58
N41	1.05	1.65	1.19	0.79	0.45	1.35	0.93	0.57	0.58	1.43	1.02	0.61
N42	0.46	1.35	0.98	0.55	0.18	0.96	0.68	0.38	0.27	1.19	0.82	0.44
N43	0.42	1.34	1.03	0.57	0.22	1.06	0.74	0.44	0.43	1.31	0.93	0.54
N44	0.27	1.14	0.81	0.44	0.10	0.80	0.59	0.33	0.42	1.38	0.90	0.52
N45	0.73	1.59	1.17	0.62	0.36	1.28	0.91	0.50	0.32	1.03	0.82	0.49
N46	0.54	1.31	0.96	0.59	0.50	1.46	1.00	0.57	0.42	1.32	0.93	0.53
N47	0.66	1.39	1.01	0.62	0.19	1.03	0.71	0.41	0.55	1.33	0.97	0.61
N48	0.16	0.93	0.66	0.40	0.36	1.23	0.89	0.50	0.23	1.94	0.68	0.47
N49	0.22	1.07	0.76	0.41	0.39	1.18	0.87	0.56	0.73	1.58	1.10	0.64
N50	0.29	1.11	0.85	0.46	0.38	1.24	0.87	0.54	0.27	1.19	0.83	0.46
平均値	0.54	1.34	0.97	0.57	0.50	1.29	0.92	0.56	0.47	1.33	0.92	0.54
標準偏差	0.25	0.20	0.14	0.10	0.23	0.21	0.15	0.11	0.18	0.20	0.13	0.09

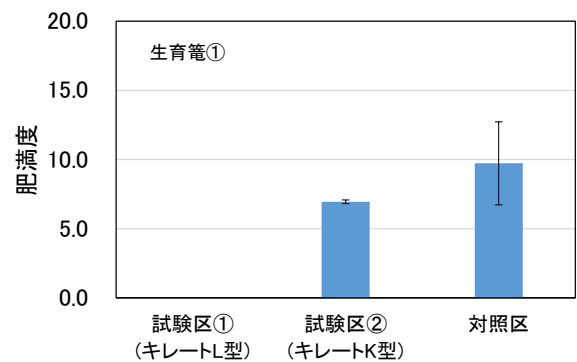
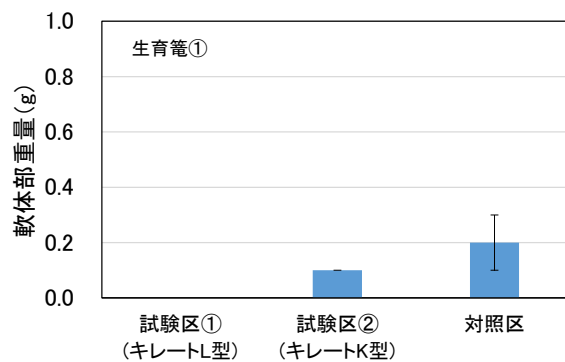
生育籠①

10月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	-	-	-	-	1.10	1.62	1.19	0.76	1.50	2.03	1.42	0.82
N2	-	-	-	-	0.90	1.50	1.23	0.77	1.00	1.59	1.22	0.77
平均値	-	-	-	-	1.00	1.56	1.21	0.76	1.25	1.81	1.32	0.79
標準偏差	-	-	-	-	0.10	0.06	0.02	0.00	0.25	0.22	0.10	0.03



生育籠①

10月	試験区①(キレートL型)		試験区②(キレートK型)		対照区	
	軟体部重量(g)	肥満度	軟体部重量(g)	肥満度	軟体部重量(g)	肥満度
N1	—	—	0.10	6.81	0.30	12.74
N2	—	—	0.10	7.09	0.10	6.73
平均値	—	—	0.10	6.95	0.20	9.73
標準偏差	—	—	0.00	0.14	0.10	3.00



成育籠②のアサリの成育試験結果を以下に示す。

生育籠②

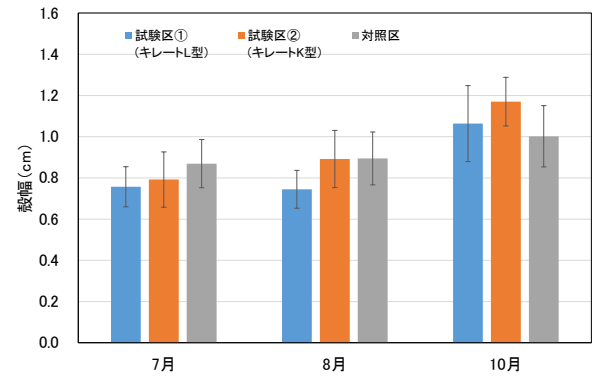
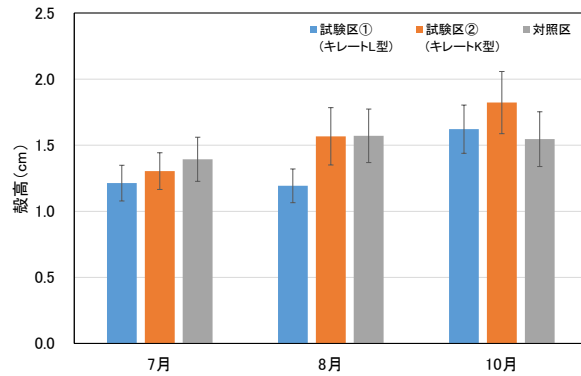
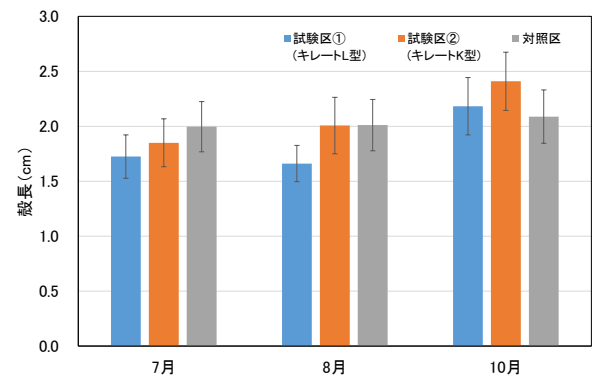
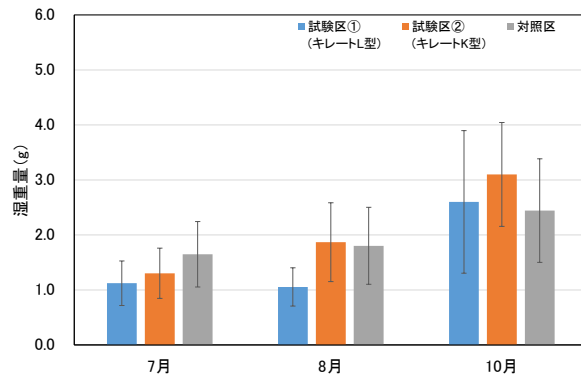
7月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	1.78	2.02	1.44	0.93	1.59	1.86	1.34	0.89	1.76	2.05	1.57	0.91
N2	0.88	1.69	1.17	0.68	1.85	2.17	1.56	0.89	1.83	2.12	1.53	0.89
N3	1.73	2.02	1.38	0.87	1.70	2.10	1.47	0.89	1.96	2.02	1.50	0.98
N4	1.57	1.97	1.33	0.85	1.41	1.92	1.34	0.83	0.94	1.62	1.14	0.71
N5	1.25	1.79	1.28	0.81	1.40	2.04	1.44	0.81	1.63	2.13	1.48	0.85
N6	2.08	2.10	1.50	0.91	0.67	1.62	1.11	0.64	1.18	1.79	1.26	0.80
N7	1.37	2.03	1.37	0.78	2.20	2.13	1.57	1.00	2.05	2.12	1.50	0.98
N8	1.82	1.93	1.36	0.94	1.16	1.84	1.25	0.74	1.68	1.94	1.47	0.84
N9	1.69	1.95	1.39	0.90	0.92	1.70	1.22	0.69	0.96	1.70	1.16	0.75
N10	1.16	1.73	1.20	0.77	0.83	1.25	1.17	0.66	0.72	1.52	1.05	0.72
N11	0.85	1.58	1.12	0.70	1.34	1.86	1.36	0.79	2.56	2.37	1.64	1.02
N12	1.19	1.70	1.23	0.76	1.80	1.80	1.35	1.01	2.03	2.13	1.45	0.94
N13	1.02	1.84	1.27	0.76	1.64	1.82	1.33	0.92	2.09	2.25	1.53	0.94
N14	0.85	1.61	1.15	0.66	0.92	1.57	1.14	0.69	2.26	2.08	1.51	1.02
N15	0.75	1.50	1.09	0.71	0.96	1.65	1.15	0.73	1.62	2.07	1.39	0.85
N16	1.31	2.04	1.35	0.80	0.95	1.62	1.14	0.71	2.40	2.28	1.59	0.92
N17	1.26	1.85	1.35	0.80	1.40	1.89	1.33	0.84	1.28	1.96	1.37	0.83
N18	0.61	1.44	1.00	0.60	1.36	1.86	1.31	0.78	2.38	2.18	1.55	0.96
N19	1.07	1.68	1.18	0.79	0.62	1.67	1.13	0.69	1.73	2.13	1.46	0.91
N20	1.34	1.89	1.32	0.80	1.59	1.89	1.34	0.85	1.69	1.91	1.41	0.93
N21	1.05	1.50	1.14	0.84	0.97	1.76	1.24	0.72	1.52	2.01	1.29	0.84
N22	1.35	1.74	1.25	0.86	1.68	2.09	1.48	0.88	1.27	1.99	1.34	0.82
N23	1.45	1.93	1.37	0.84	1.06	1.75	1.24	0.77	2.48	2.40	1.54	1.06
N24	1.94	2.00	1.46	0.91	0.97	1.70	1.17	0.68	0.98	1.69	1.20	0.73
N25	0.83	1.64	1.15	0.69	0.71	1.59	1.14	0.66	1.30	1.99	1.41	0.85
N26	1.06	1.72	1.21	0.75	1.75	2.26	1.50	0.87	1.92	2.05	1.47	0.96
N27	0.66	1.42	1.02	0.64	1.34	2.00	1.33	0.81	1.88	2.14	1.50	0.92
N28	0.65	1.54	1.06	0.62	1.77	2.02	1.44	0.92	1.06	1.67	1.13	0.77
N29	1.25	1.94	1.35	0.78	1.40	2.06	1.44	0.83	2.22	2.13	1.46	0.95
N30	0.67	1.46	1.03	0.66	0.92	1.56	1.21	0.26	2.48	2.11	1.46	1.03
N31	0.82	1.62	1.16	0.69	1.20	1.75	1.25	0.76	2.88	2.50	1.71	1.11
N32	1.05	1.69	1.18	0.74	1.85	1.98	1.38	0.93	1.69	2.05	1.44	0.89
N33	0.77	1.48	1.06	0.66	2.66	2.21	1.57	1.07	1.62	1.91	1.40	0.88
N34	0.69	1.51	1.09	0.65	1.18	1.97	1.36	0.77	1.25	1.82	1.26	0.77
N35	0.81	1.64	1.14	0.67	0.57	1.42	0.97	0.63	0.86	1.73	1.19	0.67
N36	0.76	1.58	1.08	0.63	0.90	1.67	1.18	0.70	1.22	1.89	1.36	0.76
N37	0.89	1.54	1.09	0.67	0.45	1.50	1.05	0.62	2.46	2.23	1.57	0.98
N38	2.11	1.98	1.40	1.00	1.01	1.85	1.25	0.78	0.82	1.80	1.18	0.66
N39	1.10	1.70	1.21	0.75	0.96	1.84	1.27	0.72	1.89	2.17	1.52	0.97
N40	1.74	2.06	1.43	0.86	1.31	1.97	1.38	0.82	1.88	2.20	1.44	0.88
N41	1.00	1.60	1.10	0.75	1.36	1.89	1.28	0.81	0.91	1.65	1.13	0.71
N42	0.77	1.57	1.09	0.68	1.67	2.18	1.48	0.83	0.84	1.79	1.20	0.68
N43	0.51	1.43	1.00	0.59	2.02	2.03	1.41	1.00	1.15	1.85	1.27	0.74
N44	1.03	1.69	1.19	0.77	0.55	1.55	1.06	0.60	2.13	2.26	1.62	0.92
N45	1.33	1.83	1.30	0.85	1.06	1.76	1.24	0.70	3.22	2.44	1.77	1.14
N46	0.85	1.69	1.15	0.69	1.38	2.14	1.40	0.83	1.48	1.97	1.36	0.86
N47	0.68	1.43	1.01	0.64	1.50	1.91	1.37	0.95	1.35	1.84	1.33	0.92
N48	1.06	1.78	1.25	0.76	1.98	2.11	1.45	0.99	1.08	1.68	1.15	0.85
N49	0.84	1.54	1.09	0.72	1.19	1.92	1.31	0.80	1.01	1.84	1.26	0.73
N50	0.80	1.62	1.13	0.68	1.45	1.80	1.32	0.84	0.82	1.66	1.14	0.66
平均値	1.12	1.72	1.21	0.76	1.30	1.85	1.30	0.79	1.65	2.00	1.39	0.87
標準偏差	0.40	0.20	0.13	0.10	0.46	0.22	0.14	0.13	0.59	0.23	0.17	0.12

生育籠②

8月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	1.31	1.79	1.29	0.83	2.67	2.44	1.88	0.99	3.25	2.54	2.00	1.12
N2	1.43	1.83	1.36	0.85	2.80	2.23	1.68	1.12	3.37	2.42	1.95	1.13
N3	0.64	1.41	1.01	0.63	3.00	2.40	1.84	1.09	1.82	2.12	1.71	0.85
N4	0.85	1.61	1.14	0.67	2.28	2.10	1.69	0.94	2.76	2.34	1.84	1.04
N5	1.19	1.70	1.19	0.76	2.00	2.15	1.63	0.87	1.88	2.07	1.65	0.91
N6	0.86	1.52	1.11	0.66	2.75	2.50	1.87	1.00	2.42	2.19	1.74	0.99
N7	0.92	1.54	1.13	0.74	3.04	2.27	1.74	1.08	2.14	2.17	1.71	0.98
N8	0.85	1.62	1.13	0.69	2.30	2.17	1.77	0.97	1.84	1.93	1.56	0.95
N9	0.93	1.60	1.13	0.72	2.42	2.15	1.68	1.01	1.78	2.03	1.58	0.92
N10	0.58	1.57	1.12	0.62	1.35	1.89	1.48	0.81	1.33	1.95	1.52	0.85
N11	0.86	1.50	1.08	0.75	2.58	2.23	1.75	1.10	3.06	2.26	1.80	1.08
N12	1.45	1.91	1.41	0.86	1.84	2.03	1.65	0.90	2.29	2.27	1.83	0.97
N13	1.83	1.99	1.42	0.92	2.20	2.08	1.64	0.94	2.63	2.37	1.70	1.04
N14	-	-	-	-	1.52	1.90	1.42	0.80	2.07	2.13	1.63	0.89
N15	-	-	-	-	1.65	1.94	1.53	0.89	1.82	1.96	1.52	0.89
N16	-	-	-	-	1.95	2.22	1.75	0.93	0.86	1.77	1.30	0.68
N17	-	-	-	-	2.61	2.34	1.95	1.01	2.21	2.07	1.66	1.02
N18	-	-	-	-	2.46	2.37	1.86	0.95	1.72	1.89	1.57	0.94
N19	-	-	-	-	1.71	1.94	1.60	0.91	2.09	2.00	1.65	0.99
N20	-	-	-	-	2.14	2.00	1.66	1.01	2.09	2.12	1.61	1.00
N21	-	-	-	-	1.34	1.95	1.53	0.81	1.72	2.11	1.61	0.92
N22	-	-	-	-	3.66	2.39	1.94	1.20	1.58	2.00	1.64	0.86
N23	-	-	-	-	2.47	2.09	1.70	1.08	0.98	1.85	1.46	0.74
N24	-	-	-	-	2.26	2.11	1.64	0.97	1.28	1.95	1.50	0.88
N25	-	-	-	-	1.67	2.03	1.64	0.87	1.55	1.94	1.54	0.90
N26	-	-	-	-	1.50	1.98	1.54	0.80	0.82	1.67	1.28	0.70
N27	-	-	-	-	1.54	1.91	1.32	0.83	1.02	1.66	1.27	0.74
N28	-	-	-	-	1.24	1.87	1.37	0.81	0.93	1.69	1.30	0.74
N29	-	-	-	-	1.24	1.68	1.27	0.79	0.90	1.74	1.29	0.68
N30	-	-	-	-	1.40	1.88	1.47	0.81	0.95	1.65	1.21	0.70
N31	-	-	-	-	1.29	1.70	1.31	0.69	1.50	1.82	1.39	0.78
N32	-	-	-	-	1.07	1.78	1.35	0.78	1.01	1.66	1.27	0.75
N33	-	-	-	-	0.88	1.60	1.27	0.73	-	-	-	-
N34	-	-	-	-	1.71	1.87	1.48	0.88	-	-	-	-
N35	-	-	-	-	0.87	1.68	1.29	0.68	-	-	-	-
N36	-	-	-	-	0.81	1.58	1.21	0.66	-	-	-	-
N37	-	-	-	-	1.13	1.64	1.29	0.73	-	-	-	-
N38	-	-	-	-	0.77	1.57	1.20	0.68	-	-	-	-
N39	-	-	-	-	0.75	1.62	1.24	0.65	-	-	-	-
平均値	1.05	1.66	1.19	0.74	1.87	2.01	1.57	0.89	1.80	2.01	1.57	0.89
標準偏差	0.35	0.17	0.13	0.09	0.72	0.26	0.22	0.14	0.70	0.23	0.20	0.13

生育第②

10月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	4.40	2.51	1.83	1.29	3.50	2.85	1.90	1.30	4.10	2.31	1.90	1.25
N2	2.00	2.18	1.66	1.06	4.60	2.69	2.06	1.30	2.90	2.35	1.65	1.06
N3	1.40	1.87	1.38	0.84	2.60	2.29	2.22	1.30	2.80	2.13	1.60	1.04
N4	-	-	-	-	4.60	2.69	2.07	1.26	2.80	2.34	1.67	1.09
N5	-	-	-	-	1.60	2.13	1.53	0.95	1.90	1.95	1.43	0.97
N6	-	-	-	-	3.00	2.38	1.74	1.12	1.10	1.70	1.28	0.75
N7	-	-	-	-	2.40	1.99	1.53	1.04	1.50	1.84	1.29	0.86
N8	-	-	-	-	3.10	2.30	1.63	1.13	-	-	-	-
N9	-	-	-	-	2.50	2.37	1.74	1.13	-	-	-	-
平均値	2.60	2.18	1.62	1.06	3.10	2.41	1.82	1.17	2.44	2.09	1.55	1.00
標準偏差	1.30	0.26	0.18	0.18	0.94	0.26	0.24	0.12	0.94	0.24	0.21	0.15



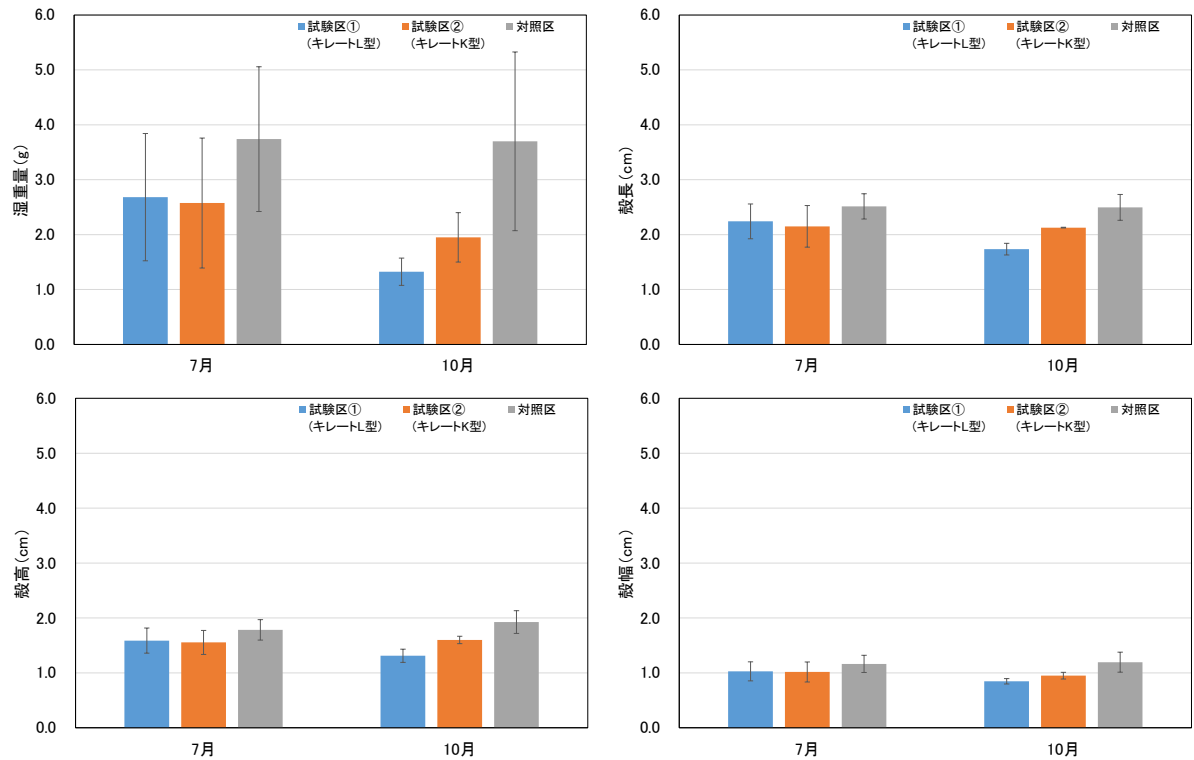
生育籠③のアサリの生育試験結果を以下に示す。

生育籠③

7月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	2.28	2.27	1.65	0.94	3.07	2.37	1.68	1.13	2.65	2.25	1.53	1.02
N2	2.16	2.26	1.54	0.93	3.94	2.37	1.70	1.26	2.39	2.18	1.56	0.98
N3	2.96	2.24	1.59	1.03	2.50	1.20	1.55	1.07	3.68	2.54	1.71	1.20
N4	2.25	2.22	1.51	1.00	1.62	2.16	1.45	0.86	5.03	2.55	1.83	1.28
N5	3.92	2.55	1.78	1.19	1.73	2.08	1.48	0.98	4.35	2.60	1.77	1.29
N6	1.97	2.03	1.47	0.96	1.64	1.98	1.33	0.83	6.36	2.99	2.13	1.42
N7	1.64	2.02	1.33	0.90	1.83	1.95	1.36	0.99	5.77	2.84	2.12	1.27
N8	3.04	2.57	1.74	1.07	1.55	1.97	1.38	0.85	4.84	2.66	1.95	1.27
N9	3.37	2.42	1.77	1.12	2.59	2.54	1.68	0.99	2.34	2.12	1.52	0.95
N10	4.14	2.55	1.84	1.31	2.84	2.18	1.56	1.11	2.54	2.32	1.59	0.98
N11	4.05	2.64	1.86	1.18	2.59	2.39	1.62	1.04	4.83	2.50	1.78	1.37
N12	4.41	2.68	1.87	1.30	2.03	2.01	1.44	1.00	3.43	2.46	1.75	1.26
N13	3.70	2.71	1.89	1.14	1.02	1.73	1.21	0.73	3.95	2.74	1.96	1.13
N14	2.63	2.09	1.61	1.03	2.01	2.24	1.59	0.93	4.93	2.63	1.94	1.33
N15	3.40	2.61	1.81	1.12	0.91	1.75	1.22	0.72	2.75	2.27	1.69	0.98
N16	4.67	2.48	1.84	1.39	3.08	2.24	1.62	1.18	5.65	2.92	2.10	1.32
N17	5.86	2.98	2.14	1.37	3.35	2.47	1.74	1.11	3.74	2.47	1.95	1.18
N18	3.10	2.46	1.78	1.09	2.66	2.16	1.64	1.08	7.30	3.08	2.19	1.52
N19	2.58	2.33	1.62	1.02	1.66	1.77	1.36	0.93	3.73	2.49	1.73	1.19
N20	4.19	2.72	1.87	1.19	1.68	2.13	1.43	0.91	2.83	2.39	1.72	1.03
N21	0.93	1.54	1.12	0.82	3.16	2.44	1.70	1.13	1.94	2.32	1.55	0.99
N22	1.46	1.76	1.30	0.89	0.82	1.58	1.15	0.65	3.12	2.33	1.62	1.12
N23	3.45	2.35	1.77	1.17	1.13	1.77	1.20	0.76	4.59	2.55	1.82	1.33
N24	1.70	2.12	1.49	0.90	5.28	2.72	2.01	1.35	5.51	2.69	2.08	1.38
N25	3.57	2.37	1.74	1.12	3.72	2.46	1.68	1.19	2.63	2.37	1.68	1.09
N26	3.47	2.31	1.69	1.18	3.70	2.33	1.74	1.22	3.53	2.44	1.78	1.09
N27	4.71	2.57	1.90	1.32	3.05	1.30	1.64	1.11	2.13	2.16	1.54	0.93
N28	1.26	1.79	1.26	0.76	2.61	2.47	1.64	1.06	5.35	2.88	1.98	1.30
N29	2.32	2.32	1.61	1.02	2.45	2.47	1.65	0.97	3.47	2.50	1.73	1.24
N30	2.48	2.17	1.52	1.05	3.76	2.40	1.74	1.23	3.03	2.57	1.74	1.08
N31	1.47	2.07	1.47	0.80	1.05	1.66	1.20	0.74	1.98	2.20	1.59	1.01
N32	1.55	1.93	1.38	0.86	4.19	2.50	1.81	1.30	2.50	2.19	1.55	1.07
N33	1.37	1.89	1.32	0.81	1.62	2.04	1.37	0.83	6.44	3.00	2.17	1.43
N34	1.66	1.88	1.34	0.93	2.03	2.12	1.51	0.93	3.36	2.70	1.76	1.08
N35	2.31	2.02	1.47	0.98	2.14	1.98	1.45	0.96	2.10	2.21	1.51	0.96
N36	1.55	1.97	1.34	0.86	0.87	1.56	1.09	0.69	2.77	2.36	1.68	1.16
N37	2.38	2.21	1.45	0.96	2.22	2.22	1.58	0.99	3.09	2.66	1.77	1.06
N38	4.35	2.57	1.81	1.31	2.75	2.08	1.60	1.00	2.70	2.47	1.67	1.05
N39	2.30	2.26	1.53	0.96	2.20	2.17	1.52	0.97	5.70	2.58	2.04	1.50
N40	1.91	2.22	1.51	0.90	1.09	1.87	1.21	0.76	4.37	2.61	1.88	1.25
N41	4.05	2.40	1.83	1.21	2.12	2.28	1.52	0.94	3.20	2.55	1.72	1.08
N42	1.82	2.07	1.41	0.93	1.70	2.04	1.45	0.89	2.41	2.18	1.63	1.00
N43	2.35	2.34	1.66	0.97	5.86	2.90	2.03	1.39	4.63	2.74	1.87	1.26
N44	3.73	2.39	1.56	1.20	5.13	2.74	1.97	1.33	2.65	2.33	1.66	0.93
N45	2.32	2.17	1.72	1.07	4.85	2.70	1.90	1.33	3.33	2.59	1.77	1.14
N46	1.98	2.13	1.55	0.96	2.86	2.50	1.67	1.06	4.59	2.63	1.91	1.29
N47	0.70	1.38	1.07	0.65	4.19	2.50	1.82	1.25	4.50	2.53	1.94	1.22
N48	0.76	1.61	1.10	0.68	2.40	1.27	1.59	0.96	2.33	2.30	1.56	0.93
N49	1.65	2.04	1.38	0.88	2.31	2.23	1.53	1.00	3.65	2.62	1.80	1.18
N50	2.21	2.40	1.57	0.94	3.25	2.53	1.70	1.12	2.34	2.44	1.62	1.02
平均値	2.68	2.24	1.59	1.03	2.58	2.15	1.55	1.02	3.74	2.51	1.78	1.16
標準偏差	1.16	0.32	0.23	0.17	1.18	0.38	0.22	0.18	1.32	0.23	0.19	0.16

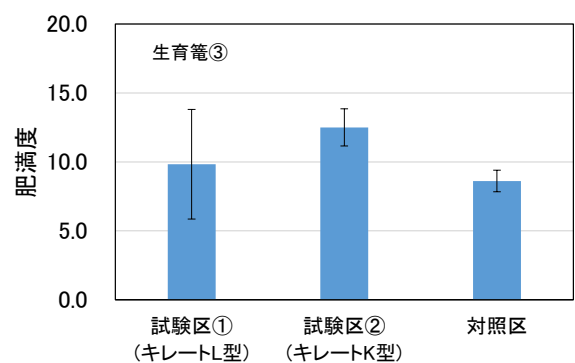
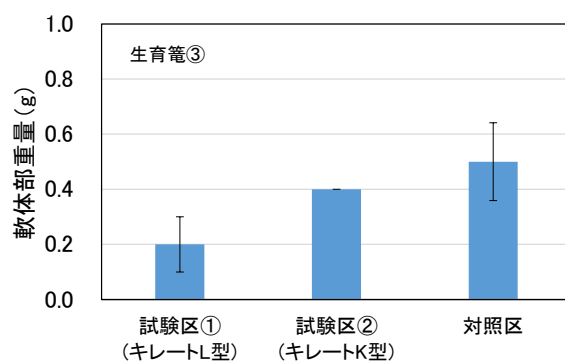
生育籠③

10月	試験区①(キレートL型)				試験区②(キレートK型)				対照区			
	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)	湿重量(g)	殻長(cm)	殻高(cm)	殻幅(cm)
N1	1.10	1.60	1.21	0.82	1.50	2.12	1.53	0.89	6.00	2.82	2.21	1.45
N2	1.70	1.90	1.51	0.91	2.40	2.13	1.67	1.01	2.60	2.40	1.84	1.07
N3	1.40	1.73	1.27	0.87	-	-	-	-	2.50	2.27	1.72	1.06
N4	1.10	1.71	1.25	0.78	-	-	-	-	-	-	-	-
平均値	1.33	1.74	1.31	0.85	1.95	2.13	1.60	0.95	3.70	2.50	1.92	1.19
標準偏差	0.25	0.11	0.12	0.05	0.45	0.01	0.07	0.06	1.63	0.23	0.21	0.18



生育籠③

10月	試験区①(キレートL型)		試験区②(キレートK型)		対照区	
	軟体部重量(g)	肥満度	軟体部重量(g)	肥満度	軟体部重量(g)	肥満度
N1	0.10	6.35	0.40	13.85	0.70	7.73
N2	0.30	11.40	0.40	11.15	0.40	8.49
N3	0.30	15.63	—	—	0.40	9.62
N4	0.10	5.96	—	—	—	—
平均値	0.20	9.83	0.40	12.50	0.50	8.61
標準偏差	0.10	3.97	0.00	1.35	0.14	0.78



2.5 メソコスム実験

メソコスム実験での水質調査結果を以下に示す。

水温(°C)

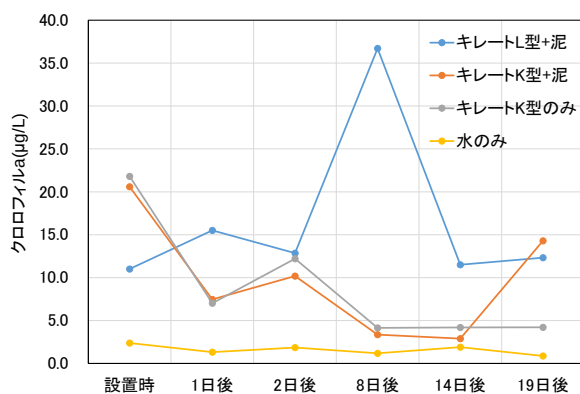
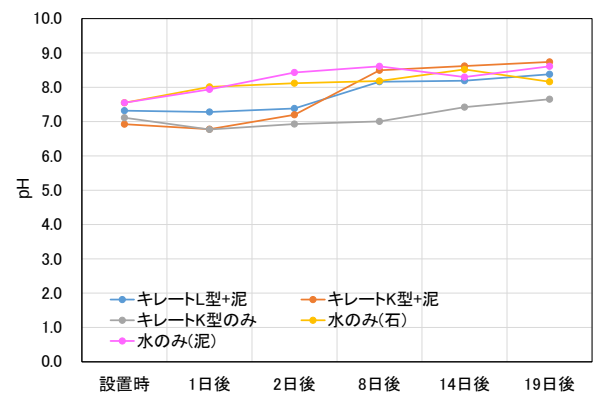
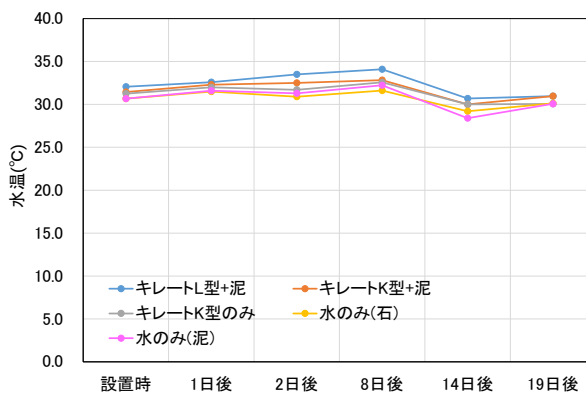
	設置時	1日後	2日後	8日後	14日後	19日後
キレートL型+泥	32.1	32.6	33.5	34.1	30.7	31.0
キレートK型+泥	31.4	32.3	32.5	32.8	30.0	31.0
キレートK型のみ	31.3	32.0	31.7	32.6	30.0	30.1
水のみ(石)	30.7	31.5	30.9	31.6	29.2	30.1
水のみ(泥)	30.7	31.6	31.3	32.2	28.4	30.1

pH

	設置時	1日後	2日後	8日後	14日後	19日後
キレートL型+泥	7.32	7.28	7.38	8.16	8.19	8.38
キレートK型+泥	6.92	6.78	7.20	8.50	8.62	8.74
キレートK型のみ	7.11	6.77	6.93	7.01	7.42	7.65
水のみ(石)	7.55	8.01	8.12	8.18	8.52	8.16
水のみ(泥)	7.55	7.94	8.43	8.61	8.30	8.61

クロロフィルa(μg/L)

	設置時	1日後	2日後	8日後	14日後	19日後
キレートL型+泥	11.0	15.5	12.9	36.7	11.5	12.3
キレートK型+泥	20.6	7.5	10.2	3.3	2.9	14.3
キレートK型のみ	21.8	7.0	12.2	4.1	4.2	4.2
水のみ	2.4	1.3	1.8	1.2	1.9	0.9
水のみ(泥)	2.4	1.9	20.1	1.8	1.1	1.7



キレートL型+泥

	アンモニア態窒素(ppm)			硝酸態窒素+亜硝酸態窒素(ppm)			リン酸態リン(ppm)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	0.34	0.33	ND	0.26	ND	ND	0.007	0.012	0.011
N2	0.33	0.33	0.02	0.26	ND	ND	0.007	0.011	0.011
N3	0.31	0.35	0.03	0.26	ND	ND	0.008	0.015	0.012
平均値	0.33	0.34	0.03	0.26	ND	ND	0.007	0.013	0.011
標準偏差	0.01	0.01	0.01	0.00	ND	ND	0.000	0.002	0.000

キレートK型+泥

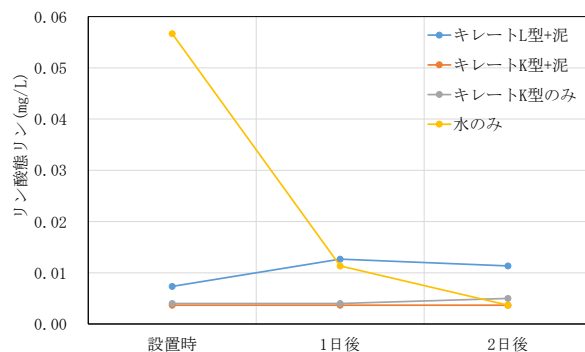
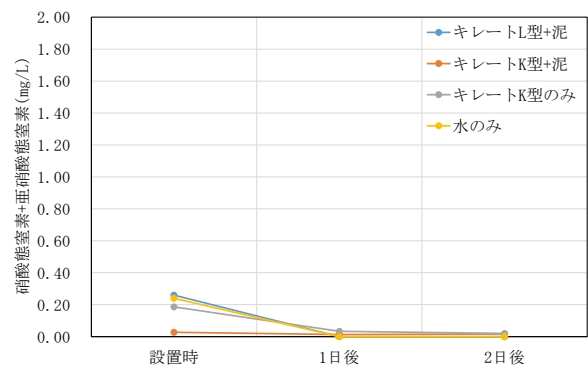
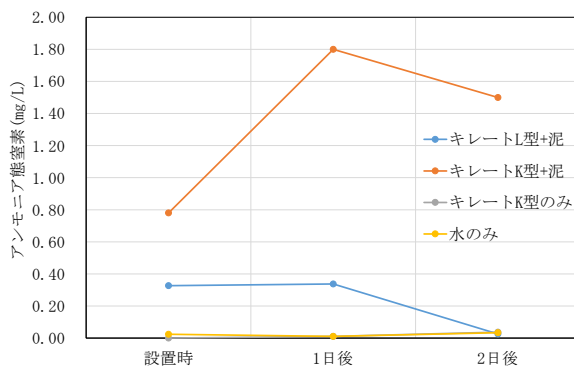
	アンモニア態窒素(ppm)			硝酸態窒素+亜硝酸態窒素(ppm)			リン酸態リン(ppm)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	0.77	1.80	1.50	0.02	0.01	0.01	0.004	0.005	0.004
N2	0.80	1.80	1.50	0.03	0.02	0.03	0.003	0.003	0.004
N3	0.77	1.80	1.50	0.03	0.01	0.01	0.004	0.003	0.003
平均値	0.78	1.80	1.50	0.03	0.01	0.02	0.004	0.004	0.004
標準偏差	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.000	0.001	0.000

キレートK型のみ

	アンモニア態窒素(ppm)			硝酸態窒素+亜硝酸態窒素(ppm)			リン酸態リン(ppm)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	ND	ND	0.03	0.18	0.02	0.02	0.004	0.004	0.005
N2	ND	0.01	0.04	0.19	0.05	ND	0.004	0.004	0.005
N3	ND	0.01	0.04	0.19	0.03	ND	0.004	0.004	0.005
平均値	ND	0.01	0.04	0.19	0.03	0.02	0.004	0.004	0.005
標準偏差	ND	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.000	0.000	0.000

水のみ

	アンモニア態窒素(ppm)			硝酸態窒素+亜硝酸態窒素(ppm)			リン酸態リン(ppm)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	0.01	ND	0.04	0.24	ND	ND	0.057	0.009	0.004
N2	0.03	ND	0.03	0.24	ND	ND	0.057	0.008	0.003
N3	0.03	0.01	0.03	0.24	ND	ND	0.056	0.017	0.004
平均値	0.02	0.01	0.03	0.24	ND	ND	0.057	0.011	0.004
標準偏差	0.01	0.00	0.00	0.00	ND	ND	0.000	0.004	0.000



間隙水調査の結果を以下に示す。

キレートL型+泥

	Fe ²⁺ (mg/L)			硫化水素(mg/L)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N2	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
N3	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均値	0.0	2.3	0.7	0.0	0.0	0.0
標準偏差	0.0	0.5	0.9	0.0	0.0	0.0

キレートK型+泥

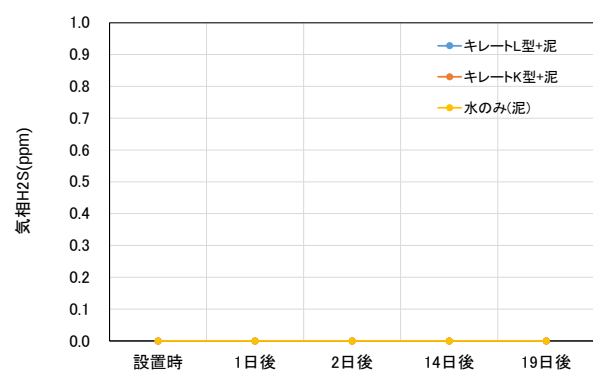
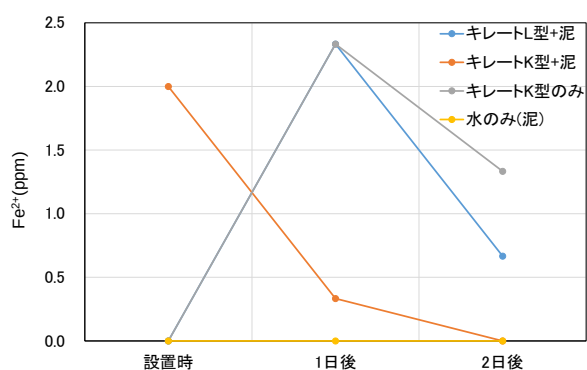
	Fe ²⁺ (mg/L)			硫化水素(mg/L)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N3	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均値	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
標準偏差	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0

キレートK型のみ

	Fe ²⁺ (mg/L)		
	設置時	1日後	2日後
N1	0.0	3.0	1.0
N2	0.0	2.0	1.0
N3	0.0	2.0	2.0
平均値	0.0	2.3	1.3
標準偏差	0.0	0.5	0.5

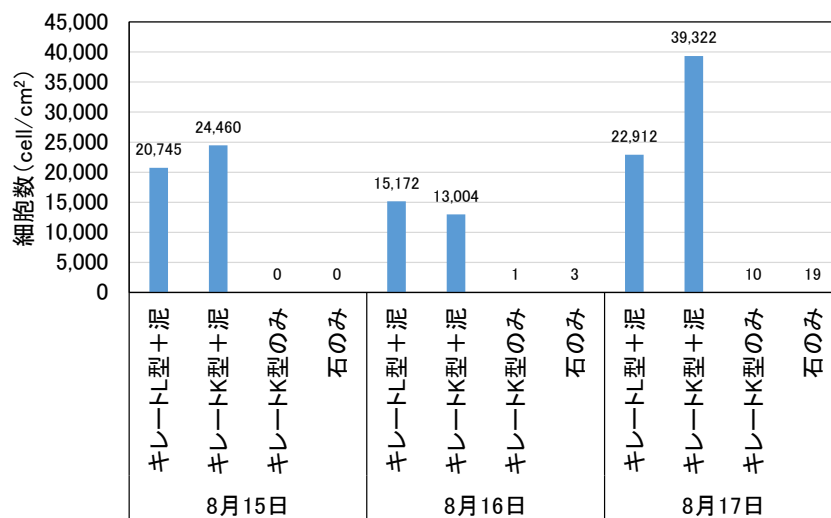
水のみ

	Fe ²⁺ (mg/L)			硫化水素(mg/L)		
	設置時	1日後	2日後	設置時	1日後	2日後
N1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
標準偏差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



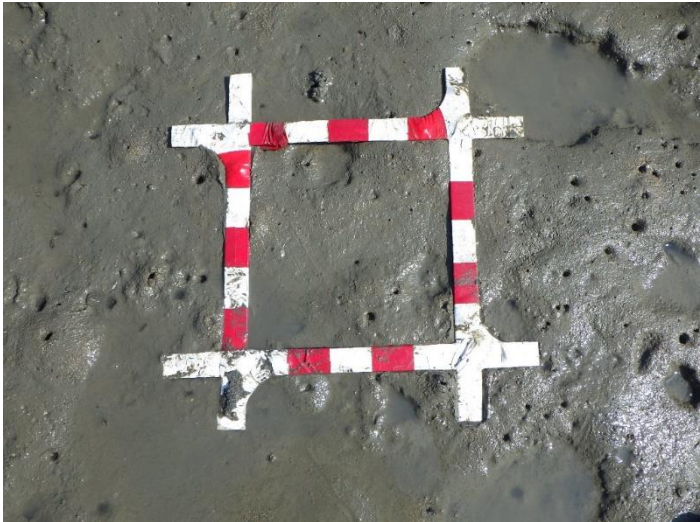
付着珪藻類の調査結果を以下に示す。

日付	種名	8月15日				8月16日				8月17日			
		キレートL型+泥	キレートK型+泥	キレートL型+泥	キレートK型+泥	キレートL型のみ	キレートK型のみ	石のみ	キレートL型+泥	キレートK型+泥	キレートL型のみ	キレートK型のみ	石のみ
羽状目珪藻	<i>Achnanthes</i> spp.	1,548	619	1,238	619				1,548	1,238			
	<i>Amphora</i> spp.	3,406	5,883	4,025	2,787	1	3		5,883	5,573			3
	<i>Cocconeis</i> spp.		310										
	<i>Diplateis</i> sp.	929	619	619	310				1,548	929			1
	<i>Fragilaria</i> spp.	1,238								1,238			
	<i>Gyrosigma</i> sp.	310							310				
	<i>Navicula cancellata</i>	310	1,238	929	619				929	2,477			
	<i>Navicula</i> spp.	929	929	2,477	1,858				1,548	3,715			2
	<i>Nitzschia</i> spp.	1,548	1,238	1,238	1,548				1,238	1,238			14
	<i>Plagiotropis</i> spp.									310			
	<i>Pleurosigma</i> spp.	619		310					619	310			
	<i>Surirella</i> spp.			310	310				310	310			
	<i>Synedra</i> spp.				619								
	<i>Thalassionema</i> sp.												2
	Pennales (羽状目)	310	310	310	619				619	1,238			
	<i>Coccinodiscus</i> sp.	310							310	619			
	<i>Cyclotella</i> spp.				310								
	<i>Melosira moniliformis</i>				619				619	619			
	<i>Paralia sulcata</i>	8,360	12,695	3,406	2,477				4,644	5,573		8	0
	<i>Skeletonema costatum</i>								619	12,075			
	<i>Thalassiosira</i> spp.		310						310	310			
ディクテオカ藻	<i>Dictyocha fibula</i>	310											
藍藻	<i>Oscillatoria</i> spp. (群体数)	619	310	310	310				619	1,548			
緑藻	<i>Scenedesmus</i> spp.	0		0					1,238				
合計	cells/cm ²	20,745	24,460	15,172	13,004	1	3		22,912	39,322	10	19	21

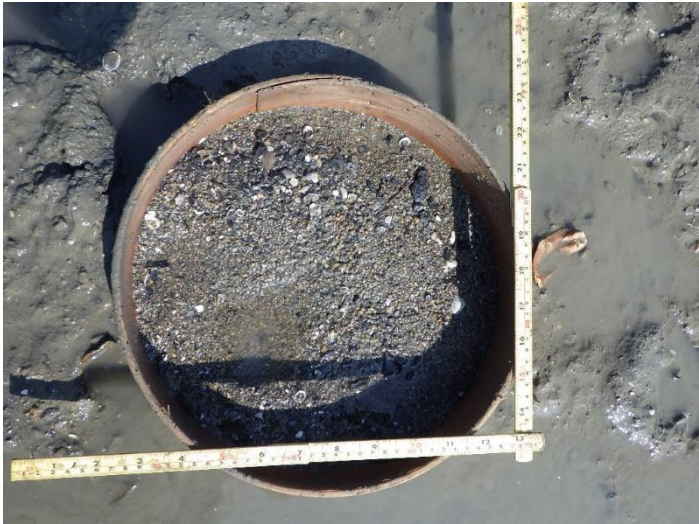


3. 写真集

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区①（キレートL型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区②（キレートK型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 対照区 H28. 7. 19

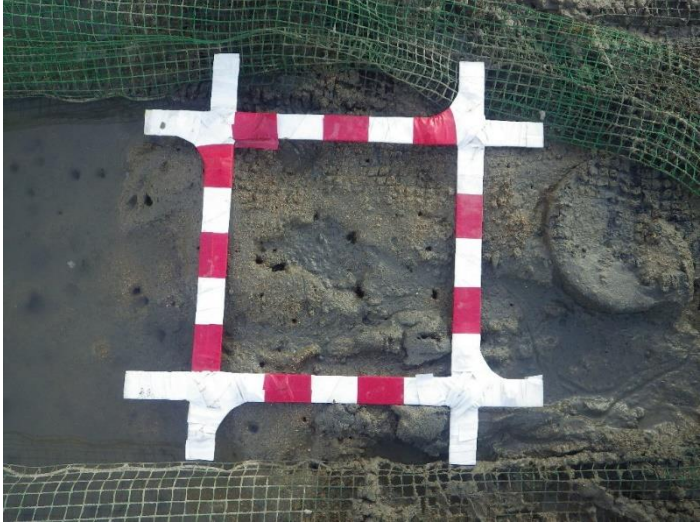
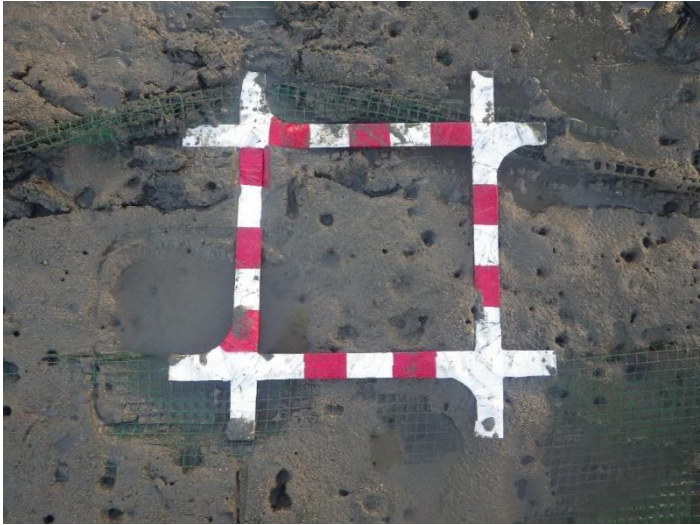
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区①（キレート L 型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区②（キレート K 型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 対照区 H28. 7. 19

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質調査 柱状試料 試験区①（キレートL型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質調査 柱状試料 試験区②（キレートK型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質調査 柱状試料 対照区 H28. 7. 19

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 採取試料 試験区①（キレートL型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 採取試料 試験区②（キレートK型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 採取試料 対照区 H28. 7. 19

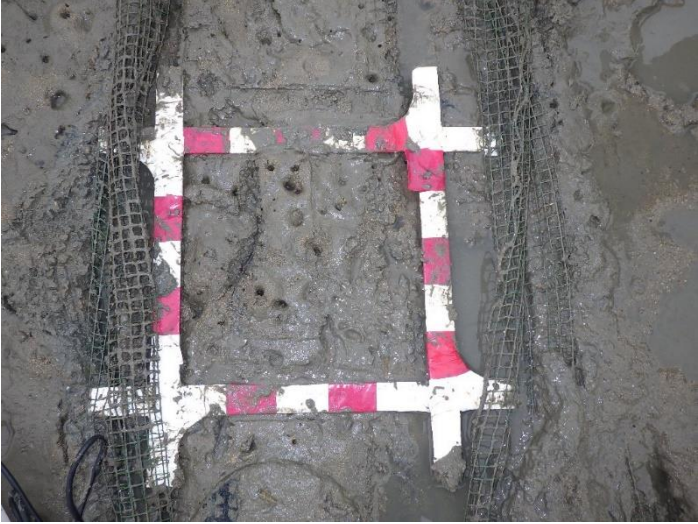
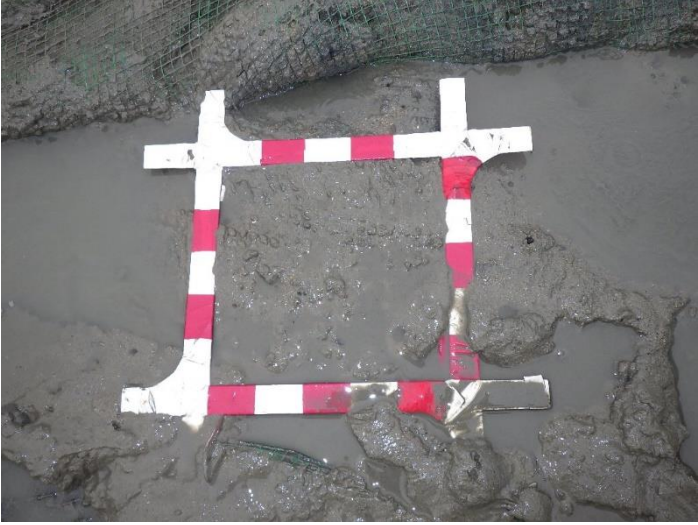
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 試験区①（キレートL型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 試験区②（キレートK型） H28. 7. 19
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 対照区 H28. 7. 19

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区①（キレートL型） H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区②（キレートK型） H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 対照区 H28. 8. 18

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区①（キレートL型） H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区②（キレートK型） H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 対照区 H28. 8. 18

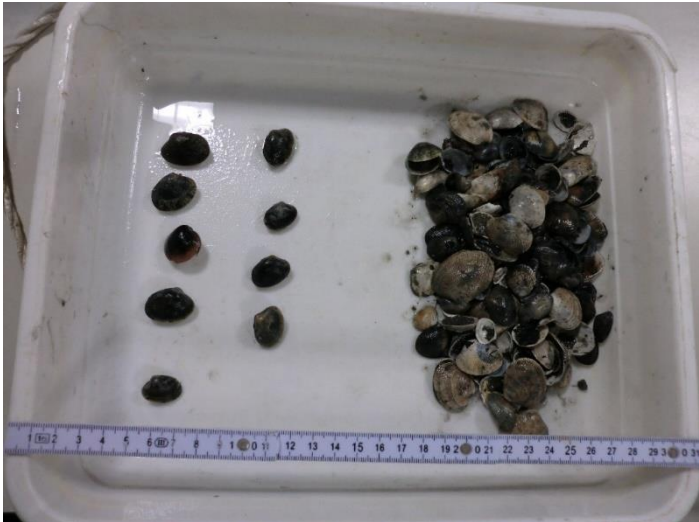
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区①（キレートL型） 成育籠② H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区②（キレートK型） 成育籠② H28. 8. 18
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 対照区 成育籠② H28. 8. 18

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区①（キレートL型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 試験区②（キレートK型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 全景 対照区 H28. 10. 22

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区①（キレートL型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 試験区②（キレートK型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底質状況 対照区 H28. 10. 22

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 試験区①（キレートL型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 試験区②（キレートK型） H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 底生生物調査 確認種 対照区 H28. 10. 22

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区①（キレートL型） 成育籠① H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区②（キレートK型） 成育籠① H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 対照区 成育籠① H28. 10. 22

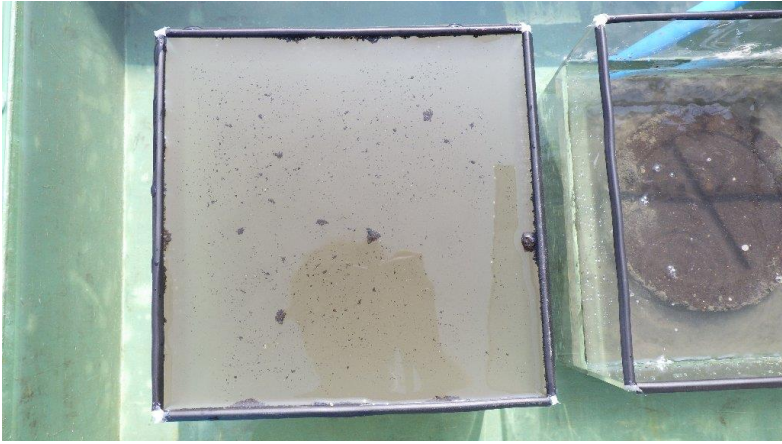
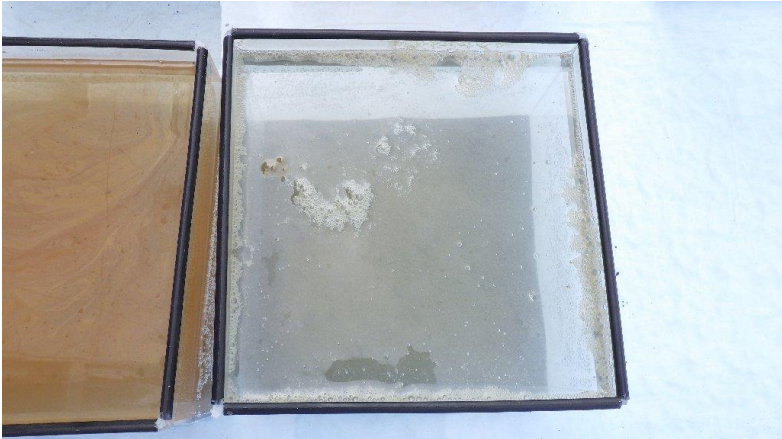
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区①（キレートL型） 成育籠② H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区②（キレートK型） 成育籠② H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 対照区 成育籠② H28. 10. 22

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区①（キレートL型） 成育籠③ H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 試験区②（キレートK型） 成育籠③ H28. 10. 22
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 アサリの成育試験 対照区 成育籠③ H28. 10. 22

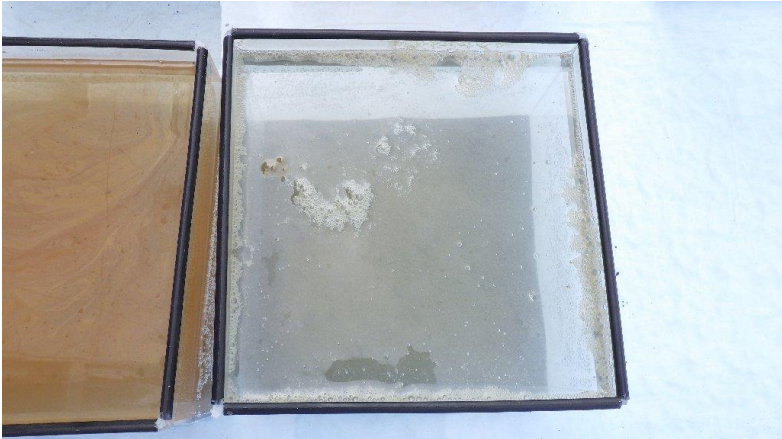
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 水質調査
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 間隙水質調査
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 底質調査

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 底生生物調査
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 底生微細藻類調査
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 作業状況 アサリの育成試験

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 全景 H28. 08. 15
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンL 型+泥 H28. 08. 15
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK 型+泥 H28. 08. 15

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK型のみ H28. 08. 15
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 水のみ H28. 08. 15
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 泥のみ H28. 08. 15

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 全景 H28. 08. 16
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンL 型+泥 H28. 08. 16
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK 型+泥 H28. 08. 16

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK型のみ H28.08.16
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 水のみ H28.08.16
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 泥のみ H28.08.16

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 全景 H28. 08. 17
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンL 型+泥 H28. 08. 17
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK 型+泥 H28. 08. 17

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK型のみ H28. 08. 17
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 水のみ H28. 08. 17
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 泥のみ H28. 08. 17

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンL型の状況 キレートマリンL型+泥 H28. 9. 3
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 底質状況 キレートマリンL型+泥 H28. 9. 3
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリンK型の状況 キレートマリンK型+泥 H28. 9. 3

	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 底質状況 キレートマリン K 型 + 泥 H28. 9. 3
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 キレートマリン K 型の状況 キレートマリン K 型のみ H28. 9. 3
	H28 年度 ETV 実証事業 日の丸方式（キレートマリン等）による環境技術改善 メソコスム実験 底質状況 泥のみ H28. 9. 3

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係わる判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「A ランク」のみを用いて作成しています。