

第3章 覆砂場所のモニタリング調査

3.1. 水質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

3.1.1. 調査目的

沿岸に造成した覆砂試験ヤードを活用して、覆砂によるシジミ等に及ぼす影響調査として、試験区及びその周辺において水質の状況を調査し、覆砂による環境改善効果を把握することを目的とした。

3.1.2. 調査内容

3.1.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。渋崎区は、平成27年度に覆砂した試験区内の地点①及び比較対照として試験区外側の地点②を調査地点とした。湖岸通り区は、平成28年度に覆砂した試験区内の地点③及び比較対照として試験区外側の地点⑥を調査地点とした。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)*	底質	備考
渋崎区	①	試験区	試験区内・岸から25m	1.2	砂	H27覆砂実施
	②	対照区	岸から100m(湖心線)	2.4	泥	
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.8	砂	H28覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.7	泥	

※水深は水質調査日に測定した平均値

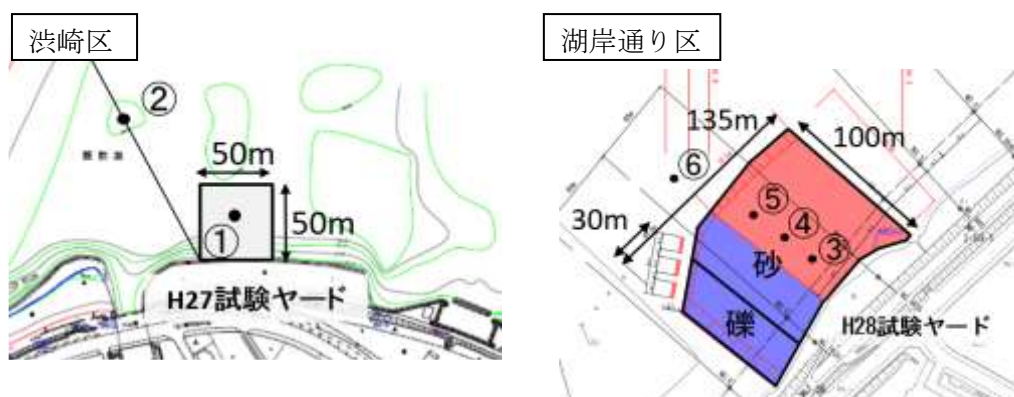


図1 調査地点図

3.1.2.2. 調査日

5月21日、8月11日、11月12日

3.1.2.3. 採水深度・採水方法

湖底から20cm上の湖水(以下「底層水」という。)を採取し、調査対象とした。

採水方法について、スライダックで水中ポンプ(RYOBI製RMG-3000)の流量を調節し、底泥を巻き上げない程度にゆっくりとした速度(20mL/s程度)でポリバケツに十分な量を採水し、攪

拌混合した後、ポリ瓶に移し入れ試料とした。

3.1.2.4. 測定項目及び分析方法

測定項目及び分析方法を表 2 に示す。なお、溶存態成分はガラス繊維ろ紙 GF/B でろ過したろ液を用いて測定した。

表 2 水質分析方法

項目	分析方法
水温	サーミスター温度計 (JIS K0102 7.2)
水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極法 (JIS K0102 12.1)
電気伝導率 (EC)	電気伝導率計 (JIS K0102 13)
酸化還元電位 (ORP)	酸化還元電位計
透明度	透明度法 (上水試験法 II-3-5)
透視度	透視度計 (JIS K0102 9)
溶存酸素 (DO)	よう素滴定法 (JIS K0102 32.1)
浮遊物質量 (SS)	環境庁告示第59号付表9
化学的酸素要求量(COD)	過マンガン酸カリウム法 (JIS K0102 17)
溶解性化学的酸素要求量 (D-COD)	過マンガン酸カリウム法 (JIS K0102 17)
全窒素 (T-N)	紫外線吸光光度法 (JIS K0102 45.2)
溶解性窒素 (D-T-N)	紫外線吸光光度法 (JIS K0102 45.2)
アンモニア性窒素 (NH ₄ -N)	インドフェノール青吸光光度法(上水試験法 III-2 8.4)
亜硝酸性窒素 (NO ₂ -N)	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (JIS K0102 43.1.1)
硝酸性窒素 (NO ₃ -N)	イオンクロマトグラフ法 (JIS K0102 43.2.5)
全りん (T-P)	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法 (JIS K0102 46.3.1)
溶解性りん (D-T-P)	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法 (JIS K0102 46.3.1)
りん酸態りん (PO ₄ -P)	モリブデン青吸光光度法 (JIS K0102 46.1.1)
有機体炭素(TOC)	紫外線酸化-ガス透過膜式電気伝導率測定法(JIS K0102 22.1 備考2.)
溶存有機体炭素(DOC)	紫外線酸化-ガス透過膜式電気伝導率測定法(JIS K0102 22.1 備考2.)
クロロフィルa	メタノール抽出-蛍光光度法 (樋口ほか(1995)※)

※樋口ほか(1995),メタノール抽出法による水中のクロロフィル a の測定,長野県衛生公害研究所研究報告, No.18,43-48

3.1.3. 調査結果及び考察

3.1.3.1 渋崎区 (地点①、②)

平成 27 年度に覆砂した試験区の地点①について、対照区の地点②と比較して覆砂による水質への影響を調査した。底層水の測定項目別の測定結果を図 2 に、地点毎の底層水と表層水の濃度差を図 4 に示す。

<窒素>

渋崎区の底層水のアンモニア性窒素 (NH₄-N) 濃度及び亜硝酸性窒素 (NO₂-N) 濃度は、試験区

と対照区を比較して調査地点間の濃度差が見られなかった。硝酸性窒素 (NO₃-N) 濃度は、5、8月に試験区の方がそれぞれ 0.12、0.15 mg/L 低く、無機態窒素 (DIN) 濃度、溶解性窒素 (DTN) 濃度についても同様の傾向が見られた。また、全窒素 (TN) 濃度は、5、8、11月に試験区の方がそれぞれ 0.04、0.06、0.14 mg/L 低かった。このように窒素項目全般に試験区の方が対照区より濃度が低く、調査日においては、硝酸性窒素の濃度が無機態窒素や全窒素の濃度に影響していた。

さらに、調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差 (底層水の測定値－表層水の測定値) を比較すると (図 4)、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では 5、8月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素について表層水より底層水の方が顕著に濃度が高く (濃度差 0.1～0.2 mg/L 程度：調査地点間の水平方向の濃度差と同程度)、SS についても同様の傾向が見られ、対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給 (底泥溶出) による影響が考えられるが、さらに底泥からの栄養塩の溶出による植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等による複数の要因による影響も可能性として考えられる。

<りん>

洪崎区の底層水のりん酸態りん (PO₄-P) 濃度は、5、8月に対照区に比べて試験区の方がそれぞれ 0.002、0.003 mg/L 低かった。特に水温が上昇する夏季においては、覆砂により底泥からのりん酸態りんの溶出が抑制された可能性が考えられる。

全りん (TP) 濃度は、8、11月に試験区の方がそれぞれ 0.023、0.013 mg/L 低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算すると、試験区の懸濁態りん濃度 (TP-DTP、全りに占める割合 6～8割) が同程度低下していた。また、懸濁態成分と関係する浮遊物質量 (SS) 濃度は、8、11月に試験区の方がそれぞれ 3、2 mg/L 低かった。さらに、調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差を比較すると、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では 8、11月に全りんについて表層水より底層水の方が顕著に濃度が高く (濃度差 0.01～0.02 mg/L 程度：調査地点間の水平方向の濃度差と同程度)、SS についても同様の傾向であった。このように試験区の底層水の方が懸濁物質に関係する項目の濃度が低いことは、覆砂による底泥の巻き上げの抑制、植物プランクトンの発生抑制 (デトリタスの沈降) 等の複数の要因が可能性として挙げられる。

<溶存酸素>

底層水の溶存酸素 (DO) 濃度について、5月は 8 mg/L 程度、8、11月は 10～11 mg/L 程度であり、採水日時 (各調査日の 9～12 時) においては試験区と対照区の濃度差は確認されなかった。また、調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差も小さかった (0～1 mg/L 程度)。

<水生植物の状況>

8月の調査日 (8/11) において、試験区ではヒロハノエビモの群落が観察され、対照区では水生植物は観察されなかった。また、5月、11月の調査日において水生植物は観察されなかった。

3.1.3.2 湖岸通り区 (地点③、⑥)

平成 28 年度に覆砂した試験区の地点③について、対照区の地点⑥と比較して覆砂による水質への影響を調査した。底層水の測定項目別の測定結果を図 3 に、地点毎の底層水と表層水の濃度差

を図5に示す。

<窒素>

湖岸通り区の底層水の各態窒素について、アンモニア性窒素濃度は5、8、11月に対照区⑥に比べて試験区③の方がそれぞれ0.02、0.05、0.02 mg/L 低く、亜硝酸性窒素濃度は8月に試験区の方が0.01 mg/L 低く、硝酸性窒素濃度は8、11月に試験区の方がそれぞれ0.22、0.07 mg/L 低かった。また、無機態窒素濃度は8、11月に試験区の方がそれぞれ0.29、0.09 mg/L 低く、全窒素は8、11月に試験区の方がそれぞれ0.21、0.11 mg/L 低かった。このように窒素項目全般に試験区の方が対照区より濃度が低く、特に水温が上昇する夏季については、試験区において覆砂により底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制されており、また硝酸性窒素の濃度が無機態窒素や全窒素の濃度に影響していた。

さらに、地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差（底層水の測定値－表層水の測定値）を比較すると、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では8月、11月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素について表層水より底層水の方が顕著に濃度が高く（濃度差0.05～0.2 mg/L 程度：調査地点間の水平方向の濃度差と同程度）、対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給（底泥溶出）による影響が考えられるが、さらに底泥からの栄養塩の溶出による植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降等による複数の要因による影響も可能性として考えられる。

<りん>

湖岸通り区の底層水のりん酸態りん濃度は、8、11月に対照区に比べて試験区の方が0.002 mg/L 程度低かった。

全りん濃度は、5、8月に試験区の方がそれぞれ0.003、0.007 mg/L 低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算すると、試験区の懸濁態りん濃度（TP-DTP、全りに占める割合6～8割）が同程度低下していた。また、懸濁態成分と関係するSS濃度は、5月に試験区の方が4 mg/L 低かったが、8月に濃度差は見られなかった。調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差の比較からは、試験区、対照区ともに濃度差は小さく、明確な傾向は見られなかった。

<溶存酸素>

底層水の溶存酸素（DO）濃度は、各調査日時（9～12時）において試験区で9～11 mg/L 程度であり、対照区では8月調査日に試験区より2.3 mg/L 低かった。また、試験区における底層水と表層水の鉛直方向の濃度差は見られなかったが、対照区では8月に鉛直方向に底層水の方が3 mg/L 程度低く（水平方向の濃度差と同程度）、底泥の酸素消費速度の違いが影響している可能性が考えられる。ただし、調査エリア内で繁茂する沈水植物による影響や沿岸域で水深が浅いことの影響も考えられる。

<水生植物の状況>

8月の調査日（8/11）において、試験区でクロモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモの群落が観察され、対照区ではクロモが繁茂していた。5月、11月に水生植物は観察されなかった。

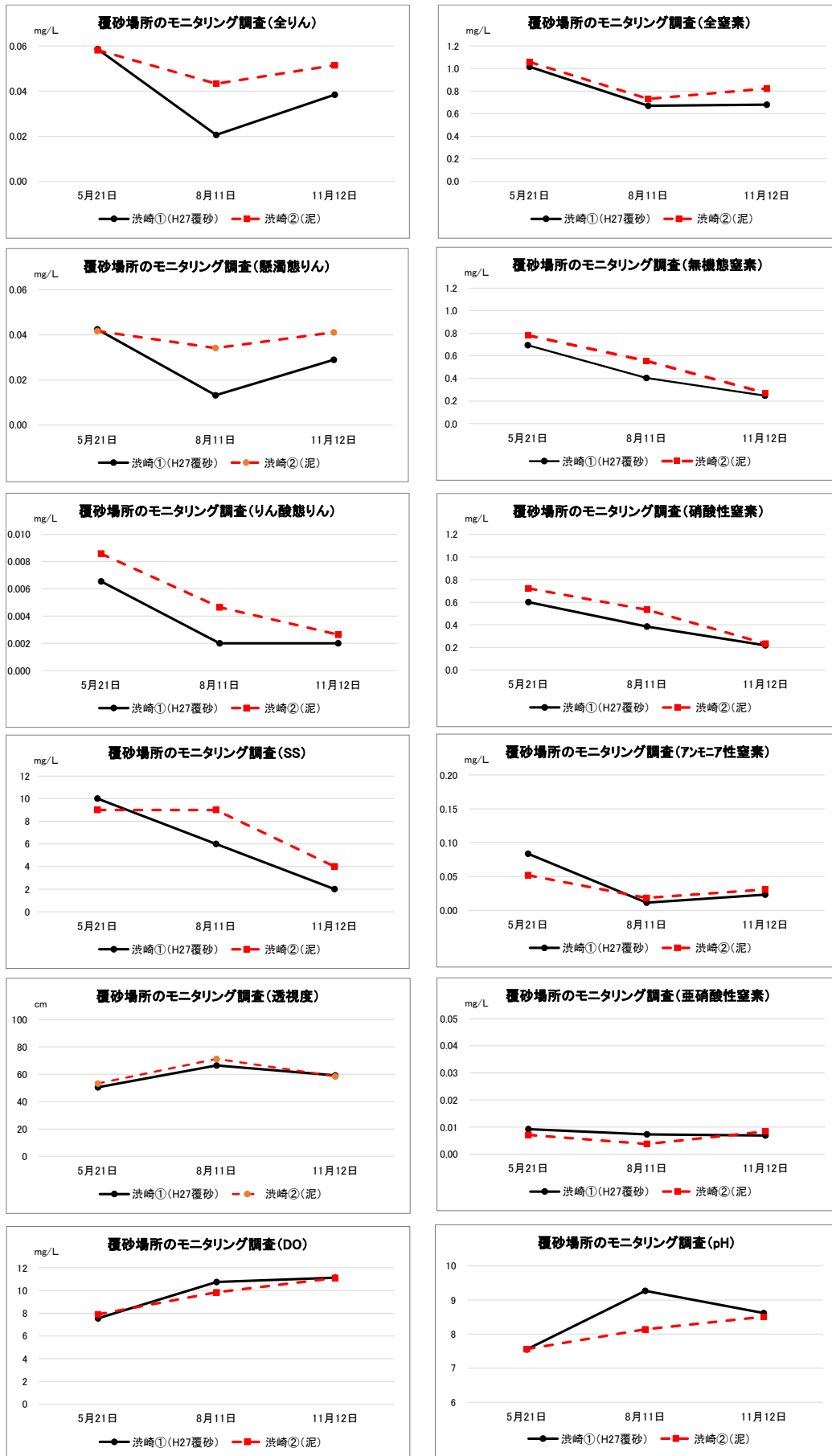


図2 浜崎区における水質測定結果

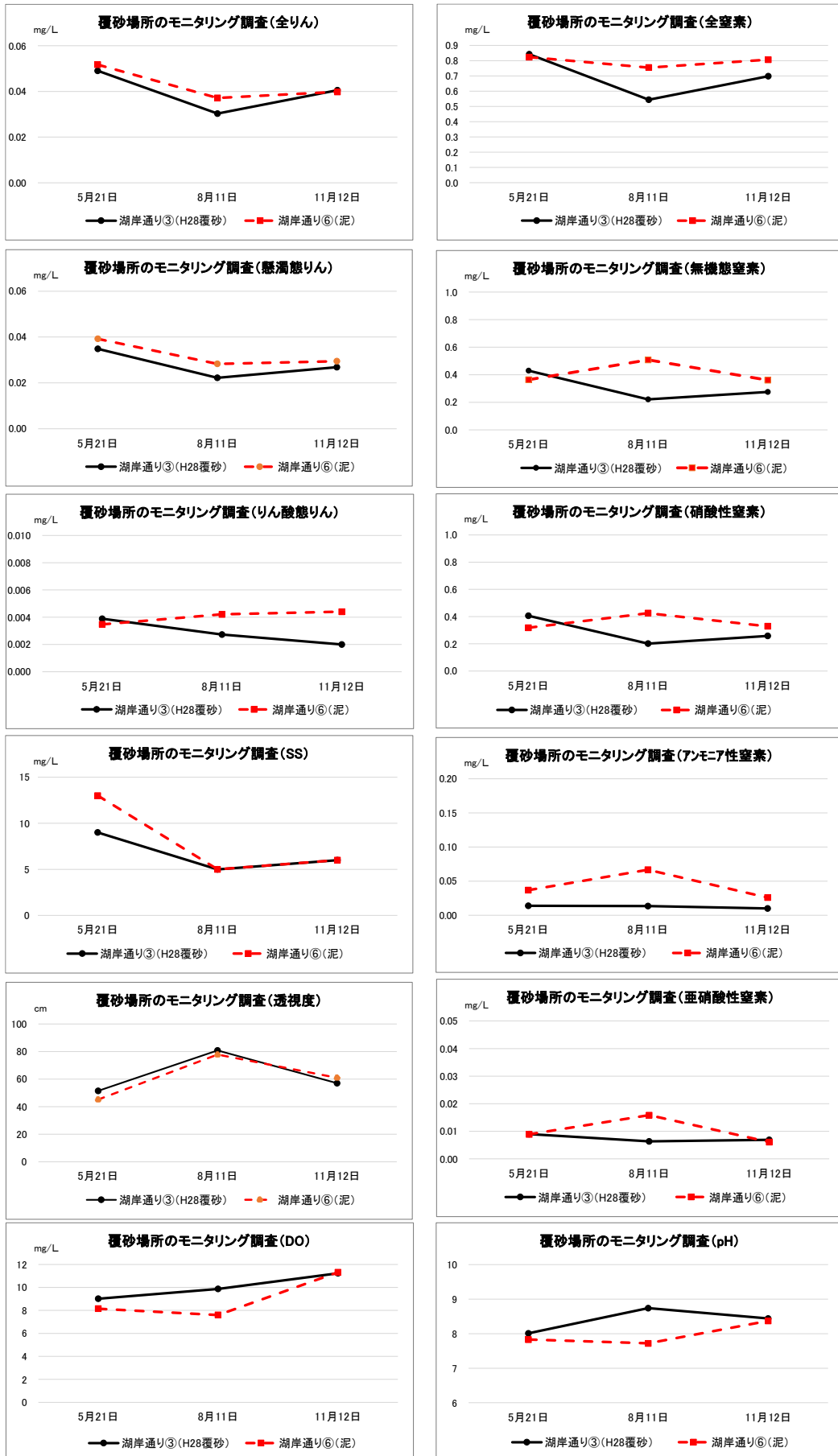


図3 湖岸通り区における水質測定結果

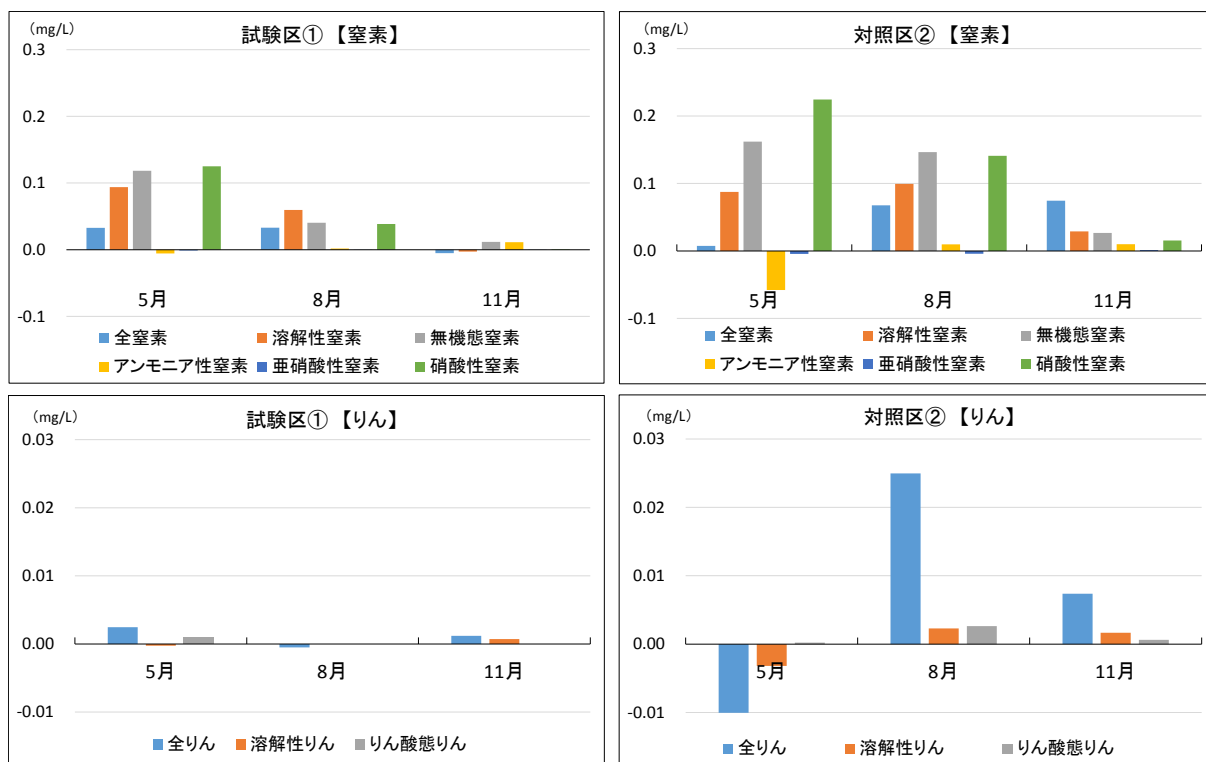


図4 地点毎の底層水と表層水の濃度差【渋崎区】(上段：窒素、下段：りん)
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

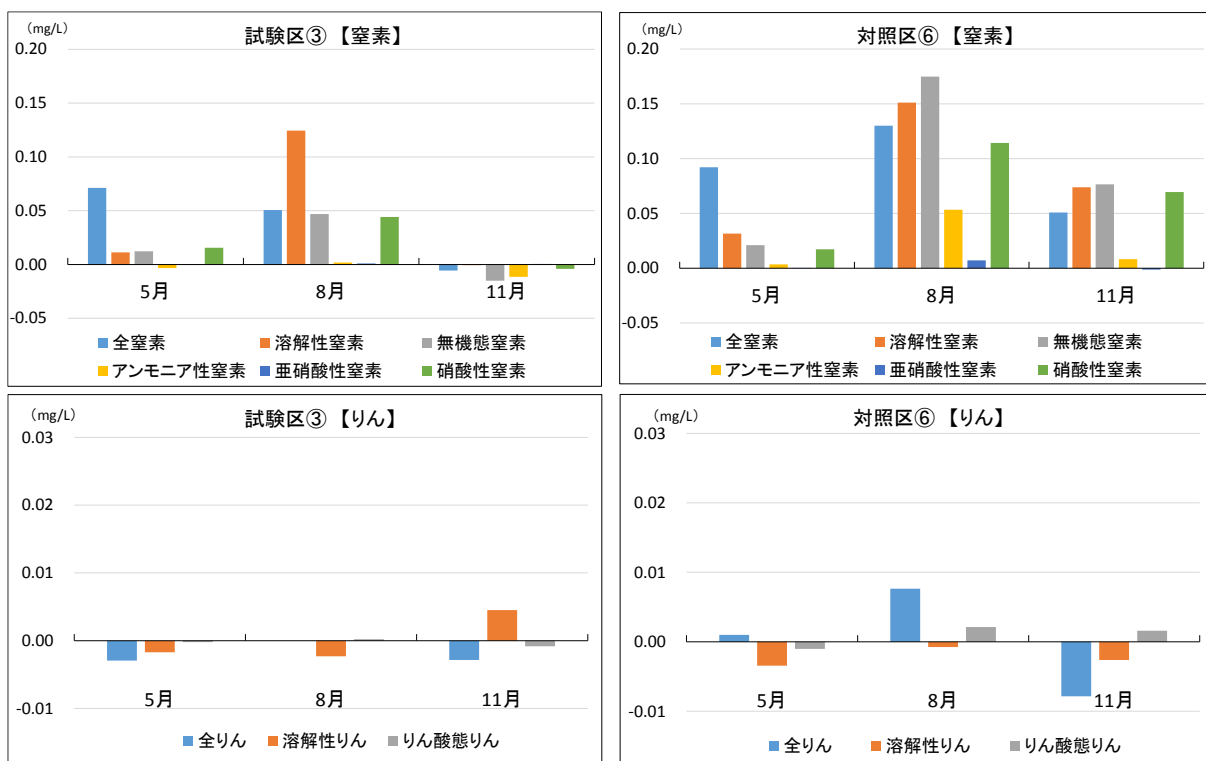


図5 地点毎の底層水と表層水の濃度差【湖岸通り区】(上段：窒素、下段：りん)
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

3.1.4. まとめ

調査地点における底層水のアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全窒素等の濃度について、全般的には対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られた。特に、水温が上昇する夏季（8月）に湖岸通り区でその傾向が顕著であり、試験区と対照区の底層水について、試験区で底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制され、また硝酸性窒素の濃度が栄養塩である無機態窒素や環境基準である全窒素の濃度に影響し、覆砂による水質改善効果として現れたものと考えられる。（渋崎区では、夏季のアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素の濃度差は確認されなかった。）

りん酸態りん、全りん等の濃度について、全般的には対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られ、特に水温が上昇する夏季（8月）に渋崎区でその傾向が顕著であった。覆砂による水質改善効果として、試験区で底泥からのりん酸態りんの溶出が抑制された可能性が考えられ、また、試験区の方が全りん等の懸濁物質に関係する項目の濃度が低いことから、底泥の巻き上げ抑制や植物プランクトンの発生抑制等の要因が可能性として挙げられる。

また、上述のとおり調査地点間（底層水）の水平方向に栄養塩類等の濃度差を生じ、さらに各調査地点における表層水と底層水の鉛直方向の濃度差から、覆砂試験区と対照区の底質が底層水に与える影響の違いが確認された。この傾向について、覆砂による栄養塩類の底泥溶出の抑制による植物プランクトンの増殖抑制や死滅によるデトリタスの沈降・堆積、底泥の巻き上げ抑制等による影響が可能性として挙げられるが、今後その要因を検討するため、底泥溶出量、懸濁粒子の沈降量、底泥からの巻き上げ量等の実態を調査していく必要があると考える。

溶存酸素濃度について、湖岸通り区で夏季に対照区の方がやや低く、覆砂による底泥の酸素消費速度の違いが影響している可能性が考えられるが、各地点における水生植物の有無による影響や沿岸域で水深が浅いことの影響も考えられる。湖岸通り区における底泥の酸素消費速度については、後記「3.2. 底質調査」の項において考察するが、今後も底泥の酸素消費速度調査を実施して覆砂による改善効果をさらに検証する必要がある。

過去の調査との比較について、R2年度は梅雨明けが例年より遅く夏季の日照時間が少なく、底泥からの汚濁物質の溶出量に影響すると考えられる底層水水温が8月調査日でH30又はR1年より1~4℃程度低かったため（8月採水日[対照区]底層水温平均 H30：27.6℃、R1：24.8℃、R2：23.5℃）、試験区と対照区の濃度差はH30、R1調査より小さかったが、概ね同様の傾向が確認された。

3.2. 底質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

3.2.1. 調査目的

沿岸に造成した覆砂試験ヤードを活用し、覆砂によるシジミ等に及ぼす影響調査として、試験区及びその周辺において底質の状況を調査し、覆砂による環境改善効果を把握することを目的とした。

3.2.2. 調査内容

3.2.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。渋崎区は、平成27年度に覆砂した試験区内の地点①及び比較対照として試験区外側の地点②を調査地点とした。湖岸通り区は、平成28年度に覆砂した試験区内の地点③及び比較対照として試験区外側の地点⑥を調査地点とした。なお、R1年度まで実施していた地点④及び⑤は、調査の効率化のため今年度は調査対象外とした。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)*	底質	備考
渋崎区	①	試験区	試験区内・岸から25m	1.1	砂	H27覆砂実施
	②	対照区	岸から100m(湖心線)	2.4	泥	
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.9	砂	H28覆砂実施
	④	試験区	試験区内・岸から50m	-	砂	H28覆砂実施
	⑤	試験区	試験区内・岸から75m	-	砂	H28覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.7	泥	

※水深は底質調査日に測定した平均値。

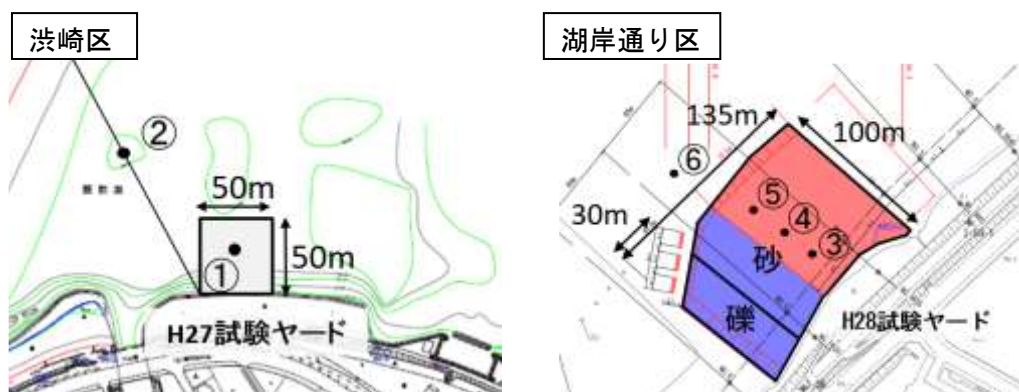


図1 調査地点図

3.2.2.2. 調査日

底質中の栄養塩含有量等の底質性状調査及び底泥酸素消費速度調査の採泥日は以下のとおり。

- 底質性状調査：春期 5/14、秋期 12/3
- 底泥酸素消費速度調査：夏期 7/15、7/29、秋期 10/14、10/27

3.2.2.3. 採泥方法

強熱減量、全窒素及び全りん測定用試料は、調査地点ごとにエクマンバージ型採泥器で3回採取し、ステンレス製バット中で混合した後、2 mm ふるいで小石などの異物を除いたものをガラス瓶(1 L)に採取した。

全硫化物及び粒度分布測定用試料は、エクマンバージ型採泥器でポリエチレン製容器(12L)に3回採取し、試料とした。

底泥酸素消費速度試験用試料は、底泥表面を乱さずに採泥可能な不攪乱柱状採泥器(HR 型、離合社)を用いて、採泥用パイプ(アクリル円筒形：内径 11 cm、長さ 50 cm)に採泥厚 15 cm 程度になるよう底泥を採取し、直上水をカラム上部まで満たし上下をゴム栓で密閉した。各地点において6本程度の未攪乱底泥コアを採取し、氷冷して当所へ搬入した。

3.2.2.4. 測定項目及び分析方法

測定項目及び分析方法を表2に示す。

表2 底質分析方法

測定項目	分析方法
泥温	サーミスタ温度計
強熱減量	底質調査法 II 4.2
全窒素	底質調査法 II 4.8.1.1(中和滴定法)
全りん	底質調査法 II 4.9.1
全硫化物	検知管法(全国漁業協同組合連合会(社)全国かん水養魚協会 硫化物の簡易測定法マニュアル)
粒度分布	4.75mm、2mm、425 μ m、75 μ mの試験ふるいによる分別
底泥酸素消費速度	底質調査方法 I 9 (詳細、以下参照)

<底泥酸素消費速度の測定方法>

測定方法は、環境省の底質調査方法(I 9)に準じて行い、また入江ら(2007)*を参考とした。実験装置を以下に示す。採泥した底泥コアサンプルの直上水をアスピレーターでゆっくり排水した後、あらかじめ条件を整えた試験水を底泥が巻き上がらないようサイホンで静かに加えた。試験水として、各地点で採水した底層水をガラス繊維濾紙(Whatman GF/B)でろ過し、ばっ気により DO を概ね飽和状態にさせたものを用いた。試験水の表面からの酸素供給を遮断するために、少量の流動パラフィンで水表面を封じ、光学式溶存酸素計(WTW 社 Multi 3510 IDS)を用いて試験水の DO 経時変化を計測した(10 分間隔)。暗条件下で試験温度を 20°C 一定とするため、実験装置を恒温槽内に設置し、試験水の DO 濃度が均一になるよう攪拌器でゆっくり攪拌した。

*入江政安、窪田勇輝、中辻啓二、西田修三(2007)：都市海浜における底質の非一様性を考慮した酸素消費量の推定、海岸工学論文集、第 54 巻

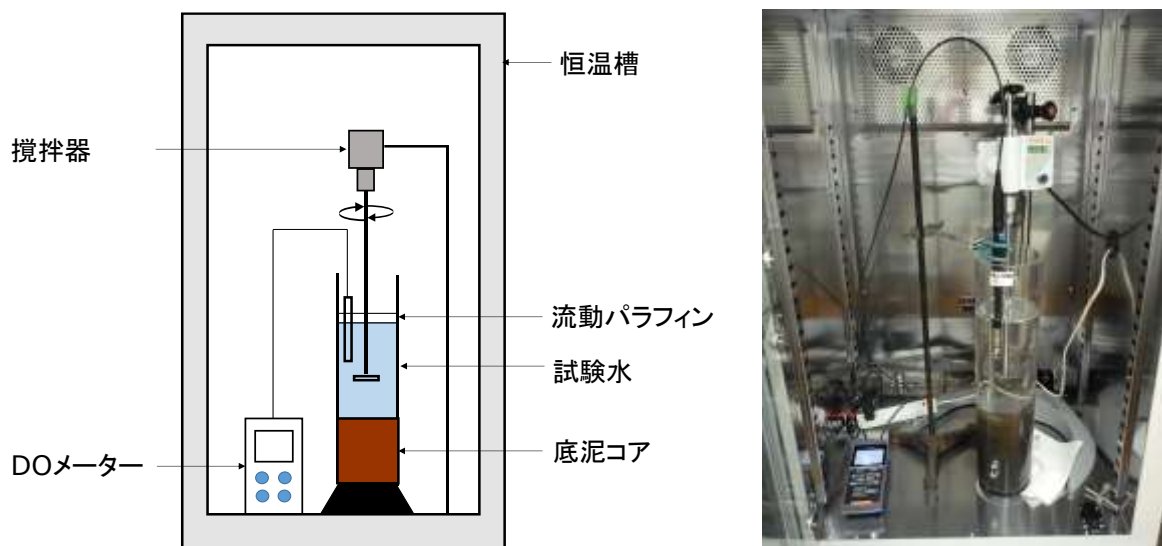


図2 底泥酸素消費速度 実験装置 (左：模式図、右：写真)

3.2.3. 調査結果

3.2.3.1. 洪崎区(地点①、②)

平成27年度に覆砂した試験区について5年程度経過した状況について確認するとともに、対照区と比較して覆砂による底質改善状況を調査した。なお、地点①は砂状、地点②は泥状であった。

<強熱減量>

測定結果を図3に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図4に示す。

令和2年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点①の強熱減量(%)(有機物含有量の目安)の値は1.8%であり、対照区の地点②の値(11.2~11.4%)と比べて平均9.5ポイント低かった(対②比16%)。また、試験区①、対照区②とも調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区①の強熱減量の値は、覆砂前(平成27年4月)が14%であったが覆砂後は2%程度に改善し、R2年度の値も2%程度を維持していた。なお、対照区②の値は9~11%程度で推移している。

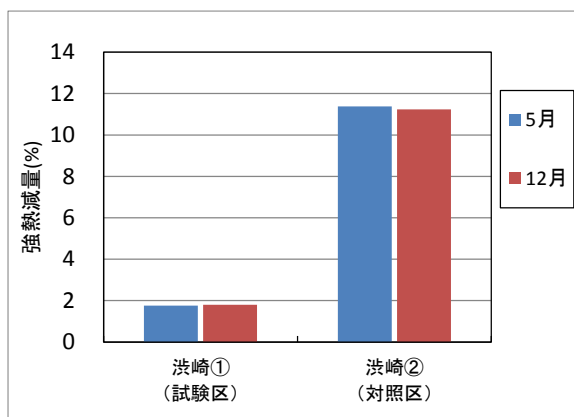


図3 強熱減量のR2年度測定結果【洪崎区】

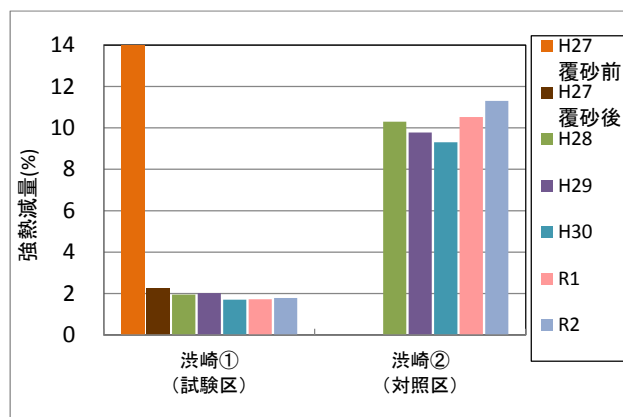


図4 強熱減量の経年変化【洪崎区】

<全窒素>

測定結果を図 5 に、経年変化を図 6 に示す。

令和 2 年度の測定結果について、覆砂した試験区①の全窒素濃度は 0.18～0.19 mg/g であり、対照区②の濃度(3.09～3.14 mg/g)と比べて平均 2.9 mg/g 低かった (対②比 6%)。また、試験区①、対照区②ともに調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区①の全窒素濃度は、平成 27 年度の覆砂前が 3.7 mg/g であったが覆砂後は 0.08～0.16 mg/g と非常に低い値に改善され、H28、H29 年度はそれぞれ 0.15～0.17 mg/g、0.12～0.23 mg/g と低い値を維持していた。H30 年度はこれまでよりやや高目の値(0.25～0.27 mg/g)であったが、R1、R2 年度はこれまでと同程度の低い値(0.19～0.21 mg/g 程度)であった。なお、対照区②の値は 2.5～3 mg/g 程度で推移している。

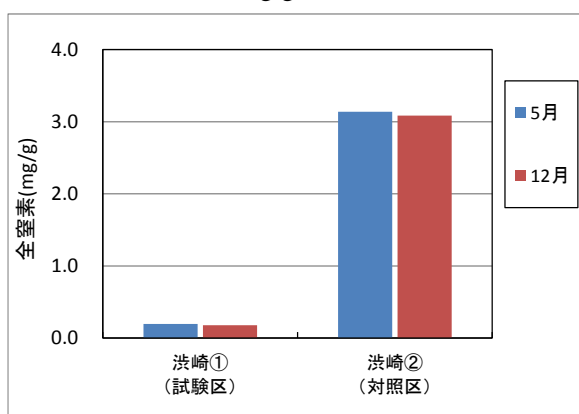


図 5 全窒素の R2 年度測定結果【渋崎区】

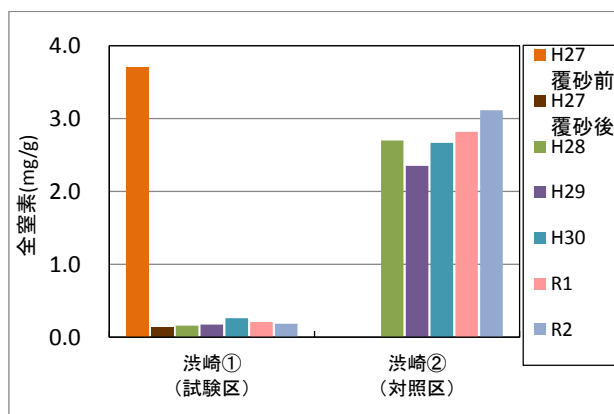


図 6 全窒素の経年変化【渋崎区】

<全りん>

測定結果を図 7 に、経年変化を図 8 に示す。

令和 2 年度の測定結果について、覆砂した試験区①の全りん濃度は 0.55～0.57 mg/g であり、対照区②の濃度(1.52～1.68 mg/g)と比べて平均 1.0 mg/g 低かった (対②比 33%)。また、試験区①、対照区②とも調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区①の全りん濃度は、平成 27 年度の覆砂前が 2.1 mg/g であったが覆砂後は 0.54～0.64 mg/g と低い値に改善され、H28、H29、H30、R1 年度はそれぞれ 0.56～0.58 mg/g、0.55～0.62 mg/g、0.55～0.65 mg/g、0.55 mg/g 程度であり、R2 年度も 0.56 mg/g 程度と低い値を維持していた。なお、対照区②の値は 1.5～1.7 mg/g 程度で推移している。

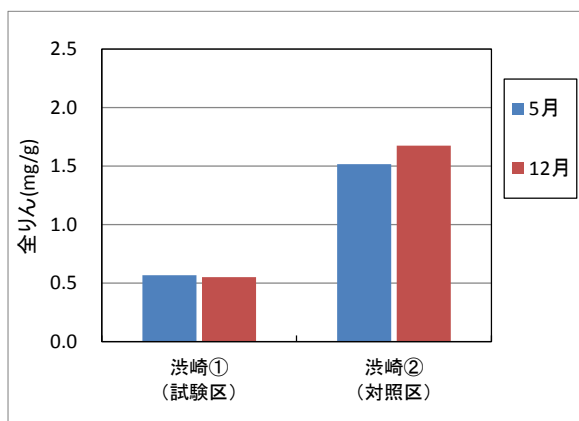


図7 全りんのR2年度測定結果【渋崎区】

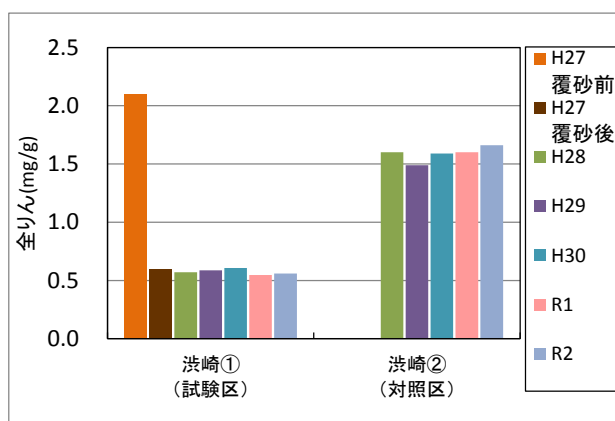


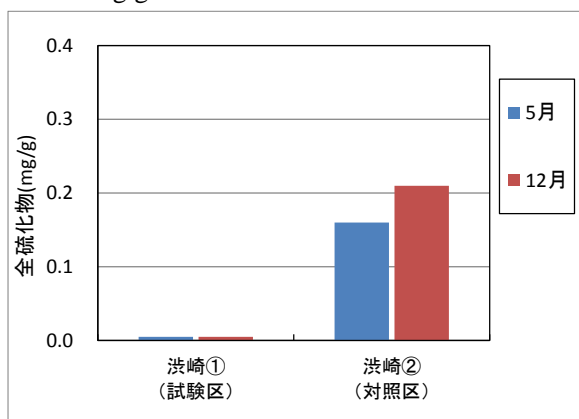
図8 全りんの経年変化【渋崎区】

<全硫化物>

測定結果を図9に、経年変化を図10に示す。測定は検知管法により、採取した試料(湿泥)の水分率から乾泥換算した。

令和2年度の測定結果について、覆砂した試験区①の濃度は0.01 mg/g未満であり、対照区②の濃度(0.16~0.21 mg/g)と顕著な差が見られた。また、季節変動について、過去の調査では対照区②で春期より秋期の方が濃度が高くなる傾向が見られており、R2年度も12月の方が濃度が高くなっていた(+0.05 mg/g)。

経年変化について、試験区①の濃度は、平成27年度の覆砂後に0.01 mg/g未満であり、R2年度も0.01 mg/g未満を維持していた。なお、対照区②の値は0.10~0.30 mg/gの範囲で推移している。



※グラフの表示の都合上、0.005未満の値は0.005として表示した(以下、全硫化物のグラフについて同様)

図9 全硫化物のR2年度測定結果【渋崎区】

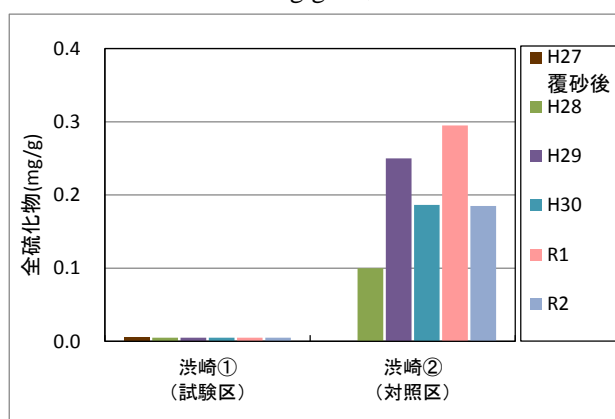


図10 全硫化物の経年変化【渋崎区】

<粒度分布>

底質調査方法を参考に、礫(粗)(4.75 mm~)、礫(細)(2 mm~4.75 mm)、砂(粗)(425 μm~2 mm)、砂(細)(75~425 μm)、シルト・粘土(~75 μm)の5つの粒度分布組成を求めた。

全底質に対する2 mm以上の礫の割合(概ね1%未満)については、同一地点の試料間でのバラつきがみられる。ここでは2 mm未満の底質について図11に示す。過去の調査では、覆砂施工前(平成27年4月)の試験区①のシルト・粘土分の割合(泥分率)は71%であったが覆砂後に5%未満になり、H28~H30年度は3%未満、R1年度は1%程度、R2年度は1%未満と低い値を維持していた。

一方、対照区②の R2 年度の泥分率は 40～50%程度であり、過去の調査と同程度であった。

なお、全底質に対する 2 mm 以上の礫の割合については、試験区①が 1%程度、対照区②が 0.5%程度であった。

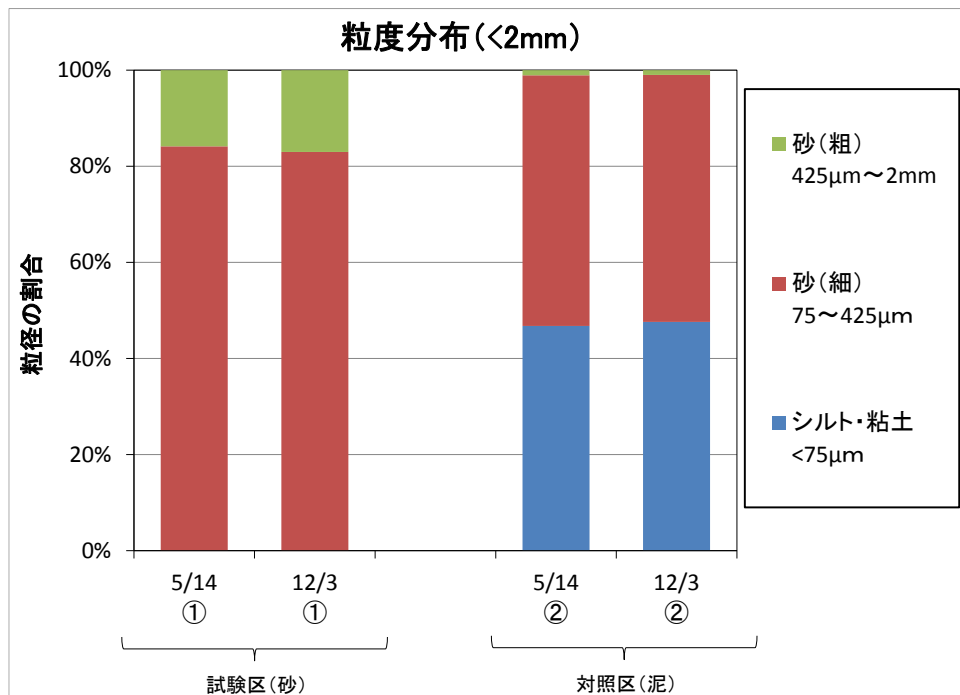


図 11 底質の粒度分布組成【浜崎区】

3.2.3.2. 湖岸通り区(地点③～⑥)

平成 28 年度に覆砂した試験区③について 4 年程度経過した状況について確認するとともに、対照区⑥と比較して覆砂による底質改善状況を確認した。なお、地点③は砂状、地点⑥は泥状であった。

<強熱減量>

測定結果を図 12 に、経年変化を図 13 に示す。

令和 2 年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点③の強熱減量(有機物含有量の目安)の値は 2.0%であり、対照区の地点⑥の値(10.5～11.6%)と比べて平均 9 ポイント低かった(対⑥比 18%)。また、試験区では調査時期による差は見られなかったが、対照区では 5 月に比べて 12 月の方が濃度が高くなっていた (+1 ポイント)。

経年変化について、試験区の強熱減量の年度別の平均値は、覆砂前(平成 28 年 8 月)は 12%であったが覆砂後は 2%程度に改善し、R2 年度の値も 2%程度を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は 11～13%の範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

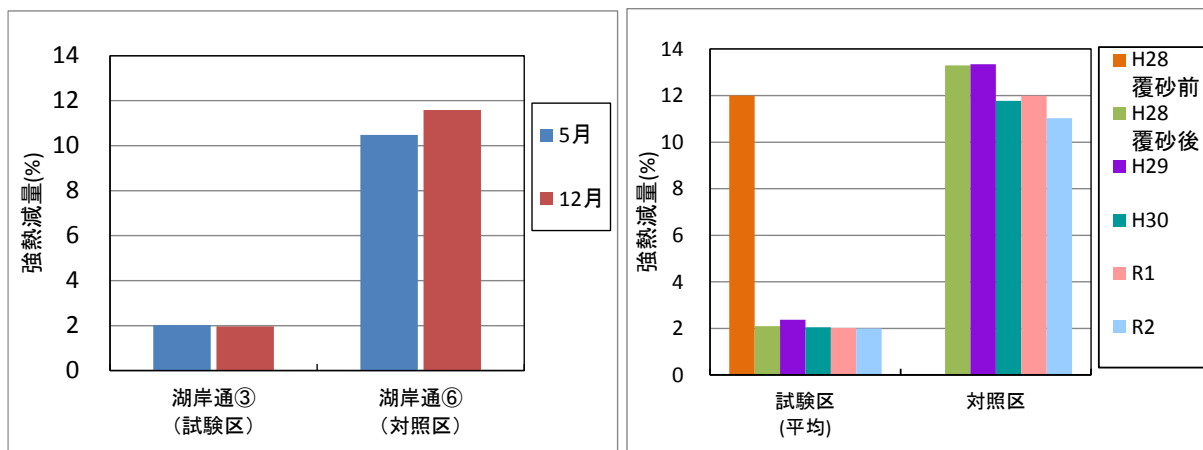


図 12 強熱減量の R2 年度測定結果【湖岸通り区】 図 13 強熱減量の経年変化*【湖岸通り区】

※経年変化について、「試験区平均」は試験区内の複数の調査地点の平均値を示し、H28 年度の数値は H28 年度調査地点番号で試験区⑦～⑨及び対照区⑬の値を示した(以下、湖岸通り区のグラフについて同様)

<全窒素>

測定結果を図 14 に、経年変化を図 15 に示す。

令和 2 年度の測定結果について、覆砂した試験区③の全窒素濃度は 0.23 mg/g であり、対照区⑥の濃度(2.46～2.84 mg/g)と比べて平均 2.4 mg/g 低かった(対②比 9%)。また、試験区では調査時期による差は見られなかったが、対照区では 5 月に比べて 12 月の方が濃度が高くなっていた(+0.38 mg/g)。

経年変化について、試験区の全窒素濃度は、平成 28 年度の覆砂前が 2.1 mg/g であったが覆砂後は地点毎の平均値で 0.10～0.22 mg/g と低い値に改善され、H29、H30、R1 年度はそれぞれ 0.13～0.29 mg/g、0.22～0.34 mg/g、0.16～0.23 mg/g であり、R2 年度は 0.23 mg/g と低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は 2.6～3.4 mg/g の範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

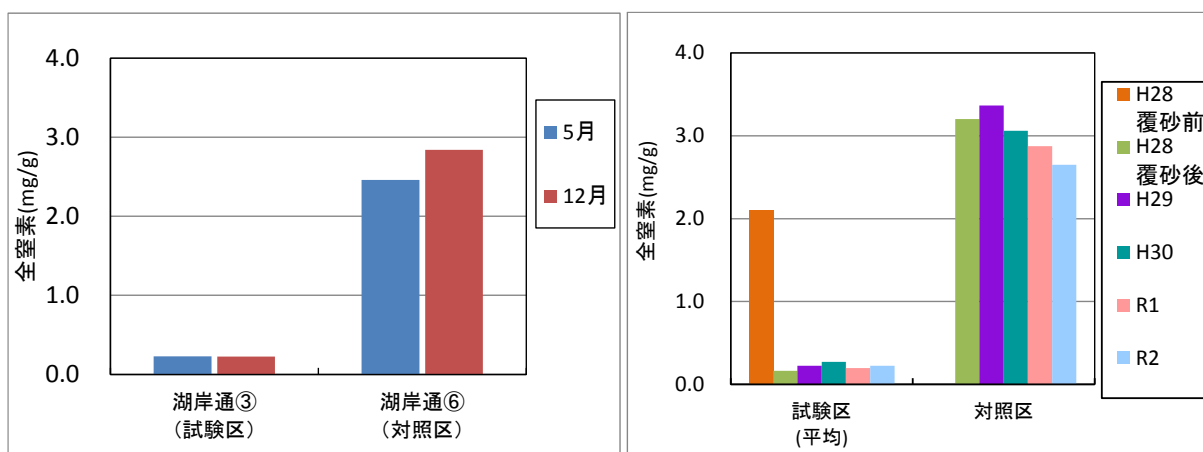


図 14 全窒素の R2 年度測定結果【湖岸通り区】

図 15 全窒素の経年変化【湖岸通り区】

<全りん>

測定結果を図 16 に、経年変化を図 17 に示す。

令和 2 年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点③の全りん濃度は 0.45～0.49 mg/g であ

り、対照区⑥の濃度(1.21~1.34 mg/g)と比べて平均 0.8 mg/g 低かった (対②比 37%)。また、試験区では調査時期による差は見られなかったが、対照区では5月に比べて12月の方が濃度が高くなっていた (+0.14 mg/g)。

経年変化について、試験区の全りん濃度は、平成28年度の覆砂前が1.2 mg/gであったが覆砂後は地点毎の平均値で0.58~0.63 mg/gと低い値に改善され、H29、H30、R1年度はそれぞれ0.53~0.63 mg/g、0.58~0.63 mg/g、0.54~0.59 mg/gであり、R2年度は0.47 mg/gと低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は1.3~1.7 mg/gの範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

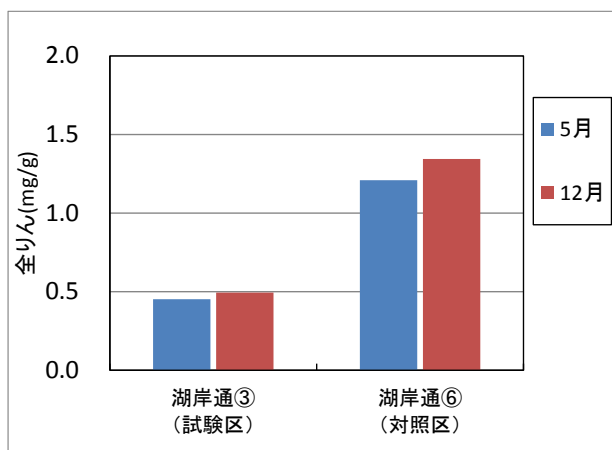


図 16 全りんの R2 年度測定結果【湖岸通り区】

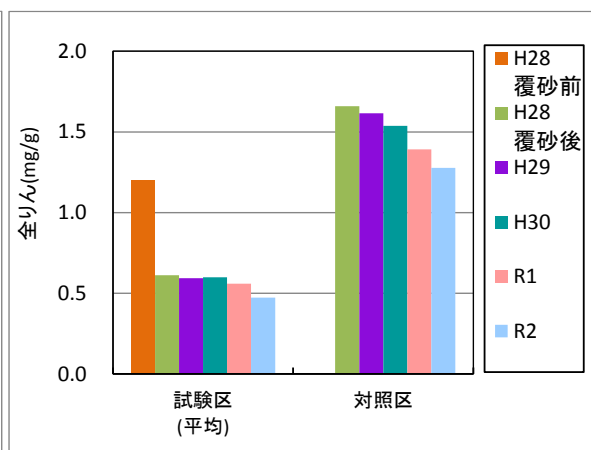


図 17 全りんの経年変化【湖岸通り区】

<全硫化物>

測定結果を図 18 に、経年変化を図 19 に示す。

令和2年度の測定結果について、覆砂した試験区③の濃度は、5月に0.01mg/g未満、12月に0.019 mg/gであり、対照区⑥の濃度(0.18~0.21 mg/g)と顕著な差が見られた。また、試験区では調査時期による差は見られなかったが、対照区では5月に比べて12月の方が濃度が高くなっていた (+0.03 mg/g)。

経年変化について、試験区の濃度は、平成28年度の覆砂前は0.37 mg/gであったが覆砂後に0.01mg/g未満に低下し、R2年度も0.01mg/g未満を維持していた。なお、対照区の値は0.20~0.30 mg/gの範囲で推移している。

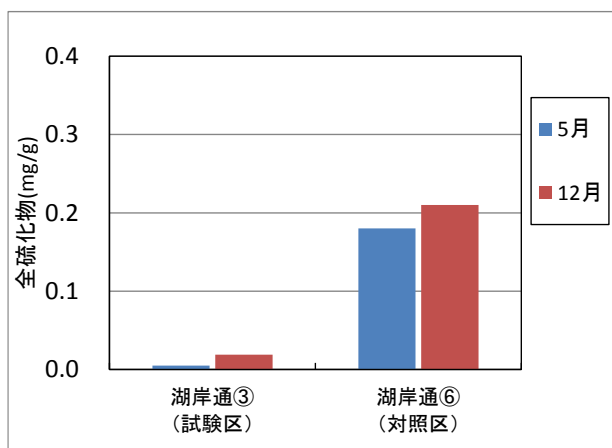


図 18 全硫化物の R2 年度測定結果【湖岸通り区】

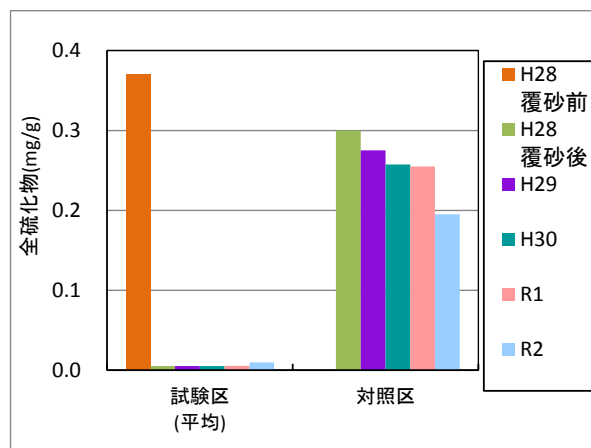


図 19 全硫化物の経年変化【湖岸通り区】

<粒度分布>

底質調査方法を参考に、礫(粗)(4.75 mm～)、礫(細)(2 mm～4.75 mm)、砂(粗)(425 μm～2 mm)、砂(細)(75～425 μm)、シルト・粘土(～75 μm)の5つの粒度分布組成を求めた。

全底質に対する2 mm以上の礫の割合(1～4%程度)については、同一地点の試料間でのバラつきがみられる。ここでは2 mm未満の底質について測定結果を図20に示す。覆砂施工前(平成28年8月)の試験区のシルト・粘土分の割合(泥分率)は43%であったが覆砂後には10%未満になり、H29、H30、R1年度はそれぞれ8%未満、5%未満、3%未満、R2年度は4%未満と低い値を維持していた。一方、対照区の泥分率は67%程度であり、過去の調査と同程度であった。

なお、全底質に対する2 mm以上の礫の割合については、試験区が1.5%程度、対照区が2%程度であった。

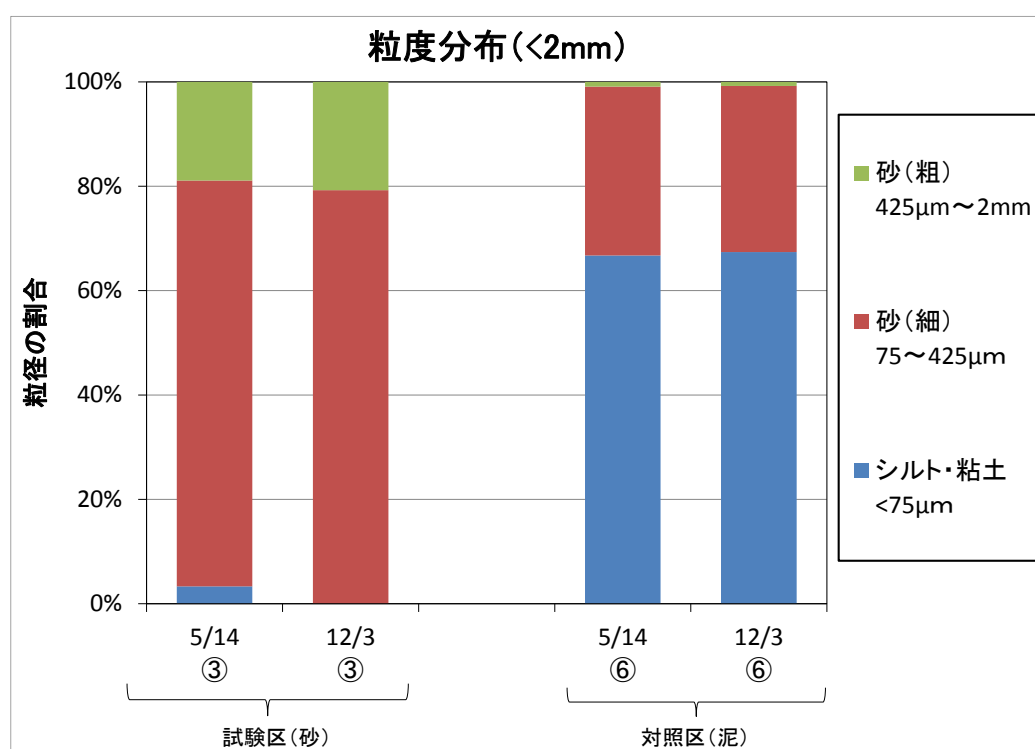


図20 底質の粒度分布組成【湖岸通り区】

3.2.3.3. 底泥酸素消費速度

底泥酸素消費速度 (SOD) 試験は、湖岸通り区の地点③及び⑥で実施した。

測定結果を表 3、図 21 に示す。DO 経時変化図 (図 22) の近似曲線の傾きが段階的に変化していたため、底泥酸素消費速度 (SOD) は、試験開始から直線的に DO が減少する期間を対象に、DO 減少量を底泥の表面積と時間で除して算出した。また、試験水による酸素消費を補正するため、直上水に用いた試験水の同条件下における DO 経時変化を計測して底泥酸素消費速度を算出し、この値を差し引くことで底泥による酸素消費速度とした。

夏期(7月)の調査について、覆砂した試験区③の SOD は平均 0.78 g/m²/d、対照区⑥は平均 0.77 g/m²/d であり、調査地点間の差は見られなかった。一方で、前項のとおり両地点の底質性状は顕著に異なり、試験区③が砂質で有機物量が少なく (強熱減量 (IL) 1.9%)、対照区⑥が砂泥質で IL 10% であり、また試験区では全サンプルの底泥コア表面が付着藻類に覆われていた。このことから、両地点の SOD は同程度であったが、底質性状の違いや試験区の底泥コア表面を覆う付着藻類による酸素消費も影響していると考えられる。

秋期(10月)の調査について、覆砂した試験区③の SOD は平均 1.0 g/m²/d、対照区⑥は平均 1.1 g/m²/d であった。SOD の平均値に明確な差は見られなかったが、調査地点ごとのサンプル間のバラつき(n=5)を見ると、変動係数(CV%)は試験区 35%、対照区 14% であり、試験区においてバラつきが大きかった。これは、試験区の 5 本の底泥コアサンプルのうち、底泥表面の一部が付着藻類に覆われていた 2 サンプルで SOD 値が大きく、付着藻類の有無による影響がバラつきの要因と推察される。なお、付着藻類が見られた 2 サンプルを除外して評価すれば、試験区③・秋期の平均値(n=3)は 0.81 g/m²/d で、対照区(1.1 g/m²/d)より小さい値となった (試験区③IL 2.3%、対照区⑥IL 12%)。

2 期の調査から季節変動については、両地点において秋期の方が SOD が大きい値であった。試験区③では付着藻類による影響が大きいと思料され、対照区⑥では秋期の方が IL が 2% 高かった。

なお、本試験は暗条件下で行っているが、現場環境においては付着藻類の日中の光合成による酸素供給の側面も考慮する必要があると思われる。

底泥の不均一性を考慮したサンプル間のバラつきについて、サンプル数 5 本で測定値の変動係数を確認した。測定結果から、試験区③・秋期を除き変動係数は 8.9~14% であり、基準はないが CV 20% 程度を目安とすれば妥当な範囲であった。なお、CV が 35% であった試験区③・秋期については、サンプル間の底泥コア表面の付着藻類の有無による影響で測定値のバラつきが大きくなったと考えられる。

表 3 底泥酸素消費速度調査 調査結果 (g/m²/day) 【湖岸通り区】

試料名	サンプル数	最小値	最大値	平均値	CV%	採泥日	水温*1 (°C)	強熱*2 減量(%)
試験区③・夏期	5	0.68	0.92	0.78	12	7/29	23.2	1.9
対照区⑥・夏期	5	0.68	0.86	0.77	8.9	7/15	17.0	10
試験区③・秋期	5	0.66	1.5	1.0	35	10/14	17.2	2.3
対照区⑥・秋期	5	0.89	1.2	1.1	14	10/27	13.4	12

*1 水温：現地の底層水の水温

*2 強熱減量 (IL)：底泥コアの表層 0-1 cm の測定値

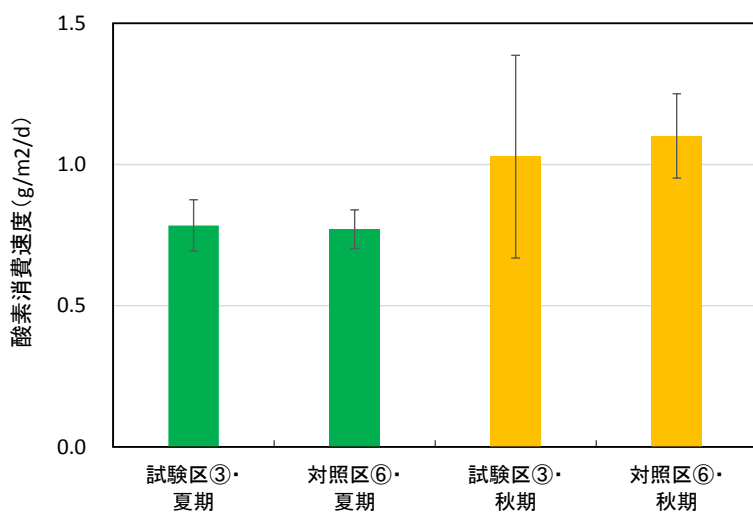


図 21 底泥酸素消費速度 測定結果【湖岸通り区】
※エラーバーは標準偏差を示す

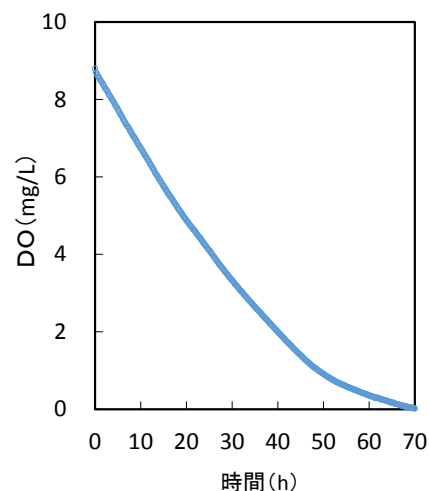


図 22 DO 経時変化
(対照区⑥・秋期、No5)

3.2.4 考察・まとめ

渋崎区では、平成 27 年度に覆砂を実施した試験区①において、対照区②と比較して強熱減量、全窒素、全りん、全硫化物及び粒度分布(泥分率)の測定値は低く、覆砂施工直後から概ね同程度で推移しており、覆砂施工から 5 年程度経過してもその明瞭な底質改善効果が維持されていることが確認された。

湖岸通り区では、平成 28 年度に覆砂を実施した試験区③において、対照区⑥と比較して強熱減量、全窒素、全りん、全硫化物及び粒度分布(泥分率)の測定値は低く、覆砂施工直後から概ね同程度で推移しており、覆砂施工から 4 年程度経過してもその明瞭な底質改善効果が維持されていることが確認された。

また、底質改善効果を測定項目別にみると、試験区の値は対照区と比較して、強熱減量で 8 割減(対対照区比平均 17%)、全窒素で 9 割減(対対照区比平均 7%)、全りんが 6 割減(対対照区比 36%)であった。(それぞれ渋崎区及び湖岸通り区の平均)

底泥酸素消費速度について、湖岸通り区で初めて調査を実施した結果、夏期・秋期ともに試験区と対照区における調査地点間の差は見られず、底質性状の違いや付着藻類による酸素消費の影響が示唆された。今後、付着藻類による影響を考慮した SOD の評価方法を検討する必要があると考えられる。

底質調査については、今後も引き続き調査を継続して行い、その改善効果の推移を確認していくことが必要である。

3.3 シジミ調査

水産試験場諏訪支場

3.3.1 調査目的

諏訪湖の湖底覆砂処理によって、淡水性のシジミ（以下、淡水シジミ）の生残、成長および生息状況に与える効果について調査する。

3.3.2 調査方法

3.3.2.1 淡水シジミ生育調査

調査年月日

令和2年6月9日、7月29日、9月27日、11月26日

調査地点

調査地点を図1に、その概況を表1に示す。



図1 伊勢地区（左図）および湖岸通り地区（右図）の調査地点

表1 シジミ放流調査地点の概況

地区	NO.	区分	底質	水深	位置	備考
伊勢地区	①	覆砂区	砂	1.1m	岸から25m	H27年度覆砂造成
	②	対照区	泥	2.4m	岸から100m	
湖岸通り地区	③	覆砂区	砂	0.7m	岸から25m	H28年度覆砂造成
	⑥	対照区	泥	1.7m	岸から130m	

調査方法

1地点につき諏訪湖産の淡水シジミ（殻長 12.1 ± 1.56 mm）30個体を用意し、縦55cm×横37cm×高さ20cmのプラスチック製コンテナに園芸用苗ポッドを30個設置し、放流地点の試験区の砂または対照区の泥を厚さ約5cmになるように入れ、供試貝を1個体ずつ収容し、鉄製アングルの枠に固定した後、コンテナ上部に網目1cmの金網で覆った。こ

れらコンテナを6月9日に調査場所4地点に設置した。7月29日、9月27日および11月26日にコンテナごと回収し、淡水シジミの生残率、殻長を測定した。計測後は同じ地点に再設置した。2か月ごとの4地点における生残率および殻長を算出し、11月の生残率および殻長はそれぞれ χ^2 独立性の検定およびStudentのt検定で比較した。

3.3.2.2 淡水シジミ生息調査

調査年月日

令和2年5月11日、8月26日、11月12日

調査地点

覆砂区は渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂場所内で無作為に選んだ3カ所

対照区は渋崎地区および湖岸通り地区の対照区付近で無作為に選んだ1カ所

調査方法

覆砂区では縦1m×横1m×高さ0.2mのコドラートを湖底に設置し、コドラート内の底層10cmまでの砂を目合い1mmのタモ網で採取し、再度、目開き1mmの円形金属ふるいでふるって淡水シジミを抽出した。

対照区では水深が深く同様の調査が困難なため船上から目合1mmの網を付けたジョレンを用いて1m²を目安に底質を採取し、再度、目開き1mmの円形金属ふるいでふるって淡水シジミを抽出した。

淡水シジミの産卵期の盛期はおおよそ6月から9月と言われている。また、藤原(1977)によると、8月、11月および翌5月のシジミ0+個体の最大殻長はそれぞれ10、16および21mmとされている。そこで、本調査では採取した淡水シジミの殻長を測定し、各月でその殻長未満であったものを0+個体、それ以上であったものを1+個体と区分した。なお、今年の産卵期前となる5月に採捕された0+個体は令和元年生まれにあたる。覆砂区では3カ所で採取した0+個体および1+以上のそれぞれの個体数の平均をその時期の生息密度とした。

3.3.3 調査結果

3.3.3.1 淡水シジミ生育調査

生残率

2か月ごとの生残率の推移を図2に示す。11月の渋崎地区の覆砂区および対照区の生残率がそれぞれ50および37%と有意な差はなかった(χ^2 独立性の検定、有意水準5%、表2)が、覆砂区が対照区より高い傾向にあった。11月の湖岸通り地区の覆砂区および対照区の生残率がそれぞれ43および33%と有意な差はなかった(χ^2 独立性の検定、有意水準5%)が、覆砂区が対照区より高い傾向にあった。

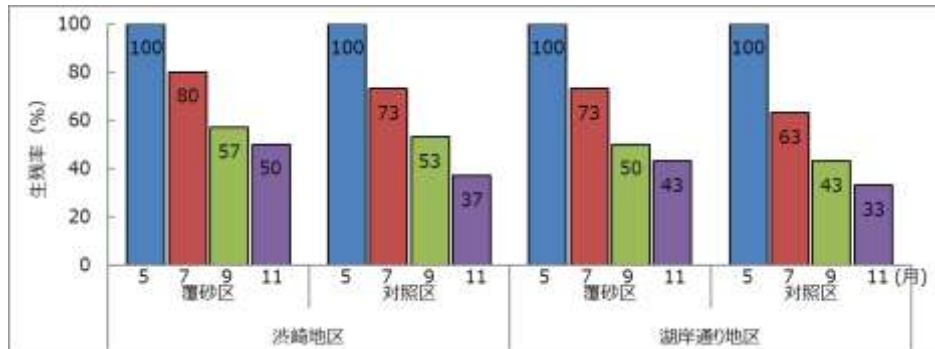


図2 浜崎地区および湖岸通り地区における覆砂区および対照区で飼育した淡水シジミの生存率の推移

表2 淡水シジミ生育調査（11月）の淡水シジミの生存率と供試員と異なる稚貝確認数

項目	浜崎地区		湖岸通り地区	
	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区
生存数/供試数	15/30	11/30	12/30	10/30
生存率 (%)	50	37	43	33
稚貝確認数	25 (約4~14mm)	0	18 (約4~12mm)	0

殻長

2か月ごとの殻長の推移を図3に示す。11月の浜崎地区の覆砂区および対照区の殻長（平均値±標準偏差）はそれぞれ 18.3 ± 3.1 および 19.4 ± 1.7 mm と有意な差はなかった（Studentのt検定、有意水準5%）が、対照区が覆砂区より大きい傾向にあった。11月の湖岸通り地区の覆砂区および対照区の殻長はそれぞれ 20.1 ± 5.0 および 21.6 ± 1.6 mm と有意な差はなかった（Studentのt検定、有意水準5%）が、対照区が覆砂区より大きい傾向にあった。

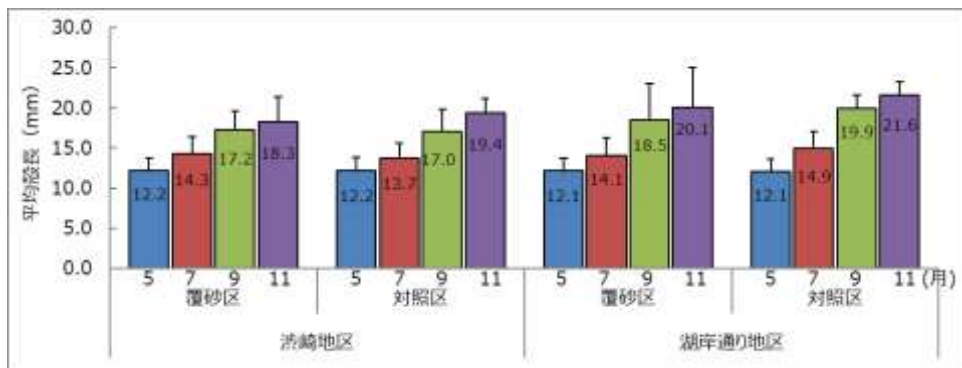


図3 浜崎地区および湖岸通り地区における覆砂区および対照区で飼育した淡水シジミの殻長の推移（Iは標準偏差）

その他

11月の計測の際、渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区に設置していたコンテナ内より供試貝とは別の淡水シジミ稚貝をそれぞれ25および18個体確認した。一方、対照区では供試貝以外の稚貝は確認されなかった。覆砂区および対照区の供試貝が産卵したかは不明であるが、覆砂場所では淡水シジミの稚貝が生残できることが明らかになった。

3.3.3.2 淡水シジミ生息調査

年齢組成

渋崎地区および湖岸通り地区の殻長頻度分布をそれぞれ図4および図5に示す。渋崎地区の覆砂区において採取した淡水シジミ0+個体および1+以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ6および2個体、8月がそれぞれ121および5個体、11月がそれぞれ21および2個体であった(表3)。5月、8月および11月の0+個体の割合はそれぞれ75、96および91%と、採取された淡水シジミのほとんどは0+個体であった。湖岸通り地区の覆砂区において採取した淡水シジミ0+個体および1+以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ4および0個体、8月がそれぞれ14および1個体、11月がそれぞれ5および2個体であった。5月、8月および11月の0+個体の割合はそれぞれ100、93および71%と、採取された淡水シジミのほとんどは0+個体であった。

淡水シジミの産卵期の盛期は6月頃から9月頃と言われているので、5月の調査において渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区では前年から生息していた淡水シジミが採捕されたものの、対照区では淡水シジミは採捕されなかった。8月の調査において両地区の覆砂区では本年生まれの殻長2~4mmの淡水シジミが多数採捕されたが、対照区では淡水シジミは採捕されなかったことから、淡水シジミは覆砂区で繁殖している可能性が考えられた。11月の調査においても同様に両地区の覆砂区では淡水シジミは採捕されたが、対照区では採捕されなかった。特に渋崎地区では殻長頻度のピークが8月の調査より大きい区分に移っており、淡水シジミは覆砂区で生息し成長できることが考えられた。

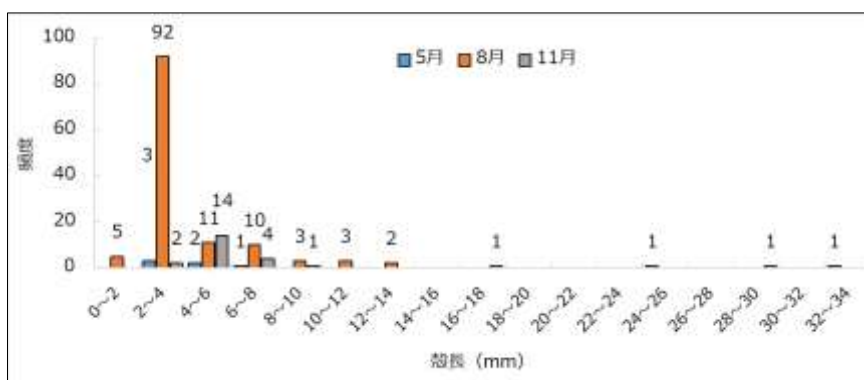


図4 渋崎地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

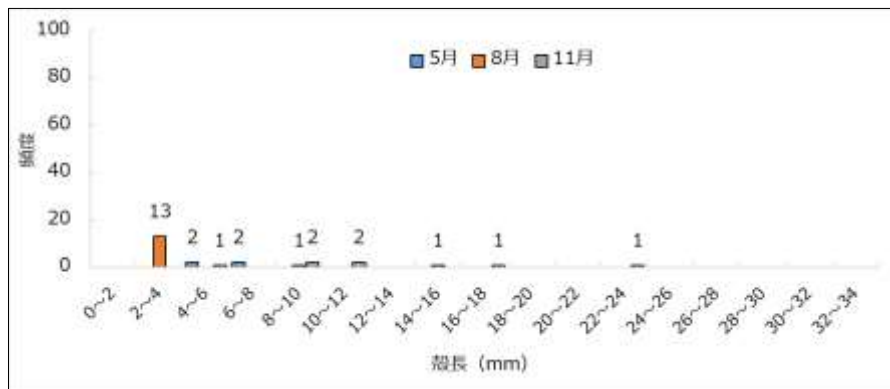


図5 湖岸通り地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

表3 渋崎地区および湖岸通り地区における淡水シジミの年齢組成

年齢	渋崎地区覆砂区の個体数			湖岸通り地区覆砂区の個体数		
	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)
0+	6 (75)	121 (96)	21 (91)	4 (100)	14 (93)	5 (71)
1+~	2 (25)	5 (4)	2 (9)	0 (0)	1 (7)	2 (29)

生息密度

渋崎地区の覆砂区において採取した淡水シジミ 0+個体および1+以上の個体の生息密度（平均値±標準偏差）は、5月がそれぞれ 2.0 ± 2.0 および 0.7 ± 0.6 個体/m²、8月がそれぞれ 40.3 ± 23.4 および 1.7 ± 1.2 個体/m²、11月がそれぞれ 7.0 ± 1.0 および 0.7 ± 0.6 個体/m² であった（図6）。対照区ではいずれの月においても淡水シジミは採取されなかった。

湖岸通り地区の覆砂区において採取した淡水シジミ 0+個体および1+以上の個体の生息密度は、5月がそれぞれ 1.3 ± 1.5 および 0 個体/m²、8月がそれぞれ 4.7 ± 8.1 および 0.3 ± 0.6 個体/m²、11月がそれぞれ 1.7 ± 1.5 および 0.7 ± 1.2 個体/m² であった（図7）。対照区ではいずれの月においても淡水シジミは採取されなかった。

生息密度の推移は、渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区において8月に0+個体の新規加入により生息密度がピークとなったが、11月には0+個体の減少により生息密度が減少した。この傾向は北野ら（2017）による琵琶湖につながる農業水路における淡水シジミの生息密度調査の結果と一致した。諏訪湖の淡水シジミの個体数は季節によって大きく変化し、その生息密度の増減には繁殖による稚貝個体数の増減が大きく影響していると考えられた。

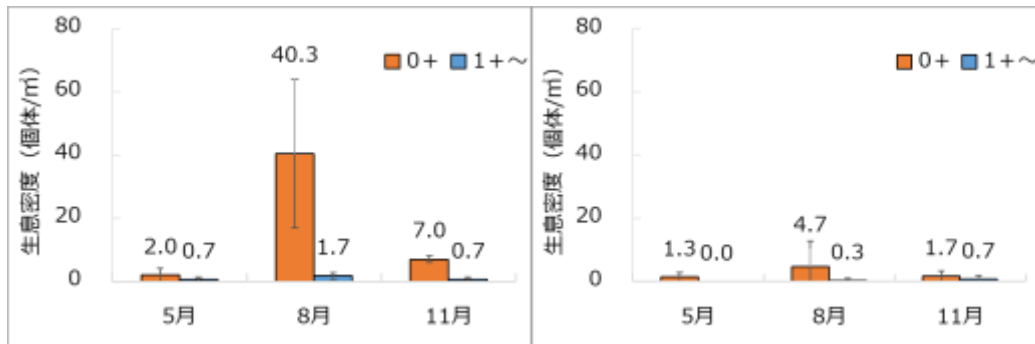


図6 渋崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (I は標準偏差)

図7 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (I は標準偏差)

3.3.4 過去の調査結果を踏まえた経年変化等

淡水シジミ生息調査で採取された0+個体と1+以上の個体の3年間の渋崎地区および湖岸通り地区の生息密度の推移をそれぞれ図8および図9に示す。淡水シジミ生息調査が平成30年5月に始まった渋崎地区および平成30年11月に始まった湖岸通り地区において、淡水シジミの生息密度は両地区とも0+個体を中心に春に少なく夏から秋に増える傾向を示し、増減を繰り返している。淡水シジミの産卵期の盛期は6から9月といわれているため、0+個体の増加要因としては産卵による0+個体の新規加入、0+個体の減少要因としては水温の低下(平野・藤原, 1987)や魚類、鳥類および甲殻類による被食(粕谷・陣野, 2014、北野ら, 2017)が考えられ、今後もモニタリング調査を継続し、淡水シジミの生息密度の増減やその要因を調査していく必要がある。

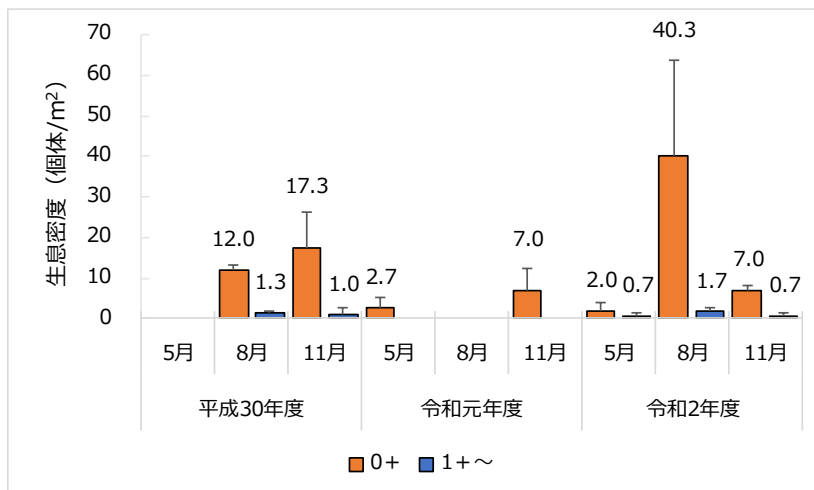


図8 渋崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移 (I は標準偏差)

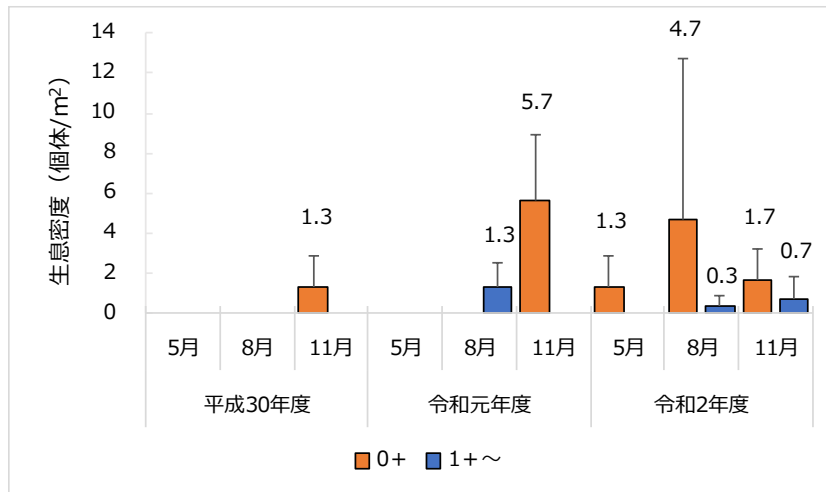


図9 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移（Iは標準偏差）

3.3.5 まとめ

3.3.5.1 淡水シジミ生育試験

- 淡水シジミの生残率については、渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区と対照区に有意差はなかったが、覆砂区が対照区より高い傾向にあった（令和元年度と同結果）。
- 淡水シジミの殻長の成長については、覆砂区と対照区に有意差はなかったが、対照区が覆砂区より大きい傾向にあった。
- 渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区の苗ポット内に多数の稚貝が確認され対照区では確認されなかったことから、覆砂場所では淡水シジミの稚貝が生残できることが明らかになった（令和元年度と同結果）。

3.3.5.2 淡水シジミ生息調査

- 対照区では淡水シジミは採取されなかった。
- 覆砂区における淡水シジミの生息密度については、0+個体を中心に増減している。
- 渋崎地区および湖岸通り地区の淡水シジミの生息密度は0+個体を中心に春に少なく夏から秋に増える傾向を示し、増減を繰り返している。

3.3.6 参考文献

- 藤原次男（1977）：マシジミの稚貝の成長について．貝雑 Vol. 36, No. 1 p. 19-24
- 平野・藤原（1987）：マシジミの成長と寿命．水産増殖 35, p. 183-189
- 粕谷・陣野（2014）：水田用水路におけるマシジミ増殖の可能性について．環境保健研究センター所報 60, p. 50-60
- 北野ら（2017）：琵琶湖につながる農業水路における淡水シジミの生息状況と絶滅危惧種マシジミの保全に係る水路管理手法の検討．伊豆沼・内沼研究報告 11, p. 55-66

3.4 底生生物調査

水産試験場諏訪支場

3.4.1 調査目的

覆砂区の生物相が安定するまでにある程度の時間を要することが想定されるため、継続的なモニタリング調査により、底生生物の生息状況から覆砂による底質改善の効果を評価した。本年度は平成 27 年度に造成した渋崎地区の覆砂区の 5 年後および平成 28 年度に造成した湖岸通り地区の覆砂区の 4 年後の底生生物の生息状況を把握した。

3.4.2 調査方法

調査は 3 回行い、令和元年 6 月 15 日、8 月 17 日、10 月 19 日に筌網を調査地点に設置し、それぞれ 2 日後の 6 月 17 日、8 月 19 日、10 月 21 日に回収した。調査地点は淡水シジミ生育調査と同様に渋崎地区の覆砂区①および対照区②、湖岸通り地区の覆砂区③および対照区⑥とした。使用漁具は目合い 3 mm、5 mm および 12 mm の筌網（表 1）を調査地点に各 1 個設置し、採捕した生物は、実験室に持ち帰り、冷蔵庫で凍結保存したのち、種類、個体数を確認し、3 回分の合計の採捕個体数を求めた。

表 1 調査に使用した網筌の仕様

目合い	大きさ	開口部数	備考
3 mm	45×30×15cm	1	金属製
5 mm	45×30×15cm	1	金属製
12mm	67×47×12cm	2	小判型

3.4.3 調査結果

採捕種数は渋崎地区の覆砂区および対照区は両区とも 6 種で同数であった（表 2）。湖岸通り地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 5 および 7 種と対照区の方が覆砂区より多かった。

採捕個体数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 38 および 39 個体と、両区は同程度であった。湖岸通り地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 16 および 28 個体と、対照区の方が覆砂区より多かった。

採捕された魚類はウキゴリ、ヌマチチブ、モツゴ、コイおよびオオクチバスであった。渋崎地区における覆砂区および対照区の採捕種数はそれぞれ 2 および 3 種、採捕個体数はそれぞれ 6 および 20 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区の採捕種数はそれぞれ 3 および 5 種、採捕個体数はそれぞれ 4 および 11 個体であった。渋崎地区および湖岸通り地区ともに、魚類の採捕種数および採捕個体数は対照区の方が覆砂区より多かった。

採捕された甲殻類はテナガエビおよびスジエビであった。渋崎地区における覆砂区およ

び対照区のテナガエビの採捕個体数はそれぞれ 23 および 3 個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ 5 および 12 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区のテナガエビの採捕個体数はそれぞれ 10 および 2 個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ 0 および 15 個体であった。渋崎地区および湖岸通り地区ともに、テナガエビは対照区より覆砂区で多く採捕された一方、スジエビは覆砂区より対照区で多く採捕された。山根（1991）はテナガエビの底質選択制を室内実験で調査し、テナガエビは礫等の粒径が小さい底質より小石等の粒径が大きい底質の方を好適な場として選択していることを示唆しており、本調査における粒径の大きい底質を含む覆砂区の方が泥地の対照区よりテナガエビが多く採捕された結果と一致した。

採捕された貝類はタニシ科およびカワナ科であった。渋崎地区の覆砂区および対照区のタニシ科の採捕個体数はそれぞれ 3 および 4 個体、カワナ科の採捕個体数はそれぞれ 1 および 0 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区のタニシ科の採捕個体数はそれぞれ 2 および 0 個体、カワナ科はともに 0 個体であった。

表 2 渋崎および湖岸通り地区における 5、8、11 月に採捕された種および個体数

調査地点	魚類					甲殻類		貝類		合計	
	ウキゴリ	ヌマチチブ	モツゴ	コイ	オオクチバス	テナガエビ	スジエビ	タニシ科	カワナ科		
渋崎	① 覆砂区	1	5				23	5	3	1	38
	② 対照区	6	13	1			3	12	4		39
湖岸通り	③ 覆砂区	1	2	1			10		2		16
	④ 対照区	1	7	1	1	1	2	15			28
合計		9	27	3	1	1	38	32	9	1	121

3.4.4 過去の調査結果を踏まえた経年変化等

4 年間の調査で渋崎地区および湖岸通り地区で採捕された種および個体数の一覧を表 3 に示した。4 年間で採捕された種は、魚類が 10 種、甲殻類が 3 種、貝類が 3 種であった。

魚類については 4 年間毎年採捕された種は、モツゴ、ヌマチチブの 2 種で、それ以外は 1、2 年のみ確認された種が大半であった。また、これら 2 種も覆砂区および対照区の両区から確認されており、生息環境を選択している様子はない。現在のところ、魚類については覆砂によって創出された環境を強く選択する種は出現していないと考えられる。

貝類については使用漁具が網筥であったことから、移動力のある巻貝のみ採捕された。カワナ科は覆砂区で、モノアラガイは対照区で採捕されたが、両種とも採捕個体数はともに 1 個体であり、覆砂の効果は明らかではない。

一方、甲殻類については本年度の結果で示したようにテナガエビが覆砂区で多く、スジエビが対照区で多い傾向が、令和元年度を除き毎年見られている。覆砂によってテナガエビの生息にとって好適な環境が創出され、覆砂後 4、5 年経過してもその好適な環境が維持されていると考えられる。しかし、覆砂した環境がいつまでテナガエビにとって好適であるかは

明らかではなく、今後も底生生物の生息状況のモニタリング調査を継続する必要がある。

表3 渋崎地区および湖岸通り地区における4年間で採捕された種および個体数

年度	H29				H30				R1				R2				総個体数
	渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		
	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	
地点	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	
ウナギ				2													2
モツゴ			2	1		2		17	5	13	24	17		1	1	1	84
ピワヒガイ								1									1
コイ																	1
カドシヨウ												1					1
ウキゴリ		1	1	3									1	6	1	1	14
ヌマチチブ	11	7	10	4	3	5	6	2	7	7		5	5	13	2	7	94
ヨシノボリ			1		3												4
オオクチバス																	1
ブルーギル		12	1									1					14
テナガエビ	36	9	31	23	34	4	17	12		1	7	1	23	3	10	2	213
スジエビ		10		2	1	2	1	7	2	1	9	25	5	12		15	92
アメリカザリガニ			1														1
タニシ科				2		1		5	1		5		3	4	2		23
カワナナ科													1				1
モノアラガイ		1															1
合計	47	40	47	37	41	14	24	44	15	22	45	50	38	39	16	28	547

3.4.5 参考文献

- 山根 (1991) : テナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) の底質荒度評価について. 近畿大学農学部紀要, 第24号, p. 25-27