

### 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。湖岸通り区（諏訪日赤前）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。高木沖（高木運動公園前）は、令和元年度～令和2年度に覆砂した試験区内の地点⑦及び比較対照として試験区外側の地点⑧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
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	1.6	泥	
高木沖	⑦	試験区	試験区内・岸から28m	1.9	砂泥	R1-R2覆砂実施
	⑧	対照区	岸から28m、⑦から75m	1.8	泥	

※水深は水質調査日に測定した平均値

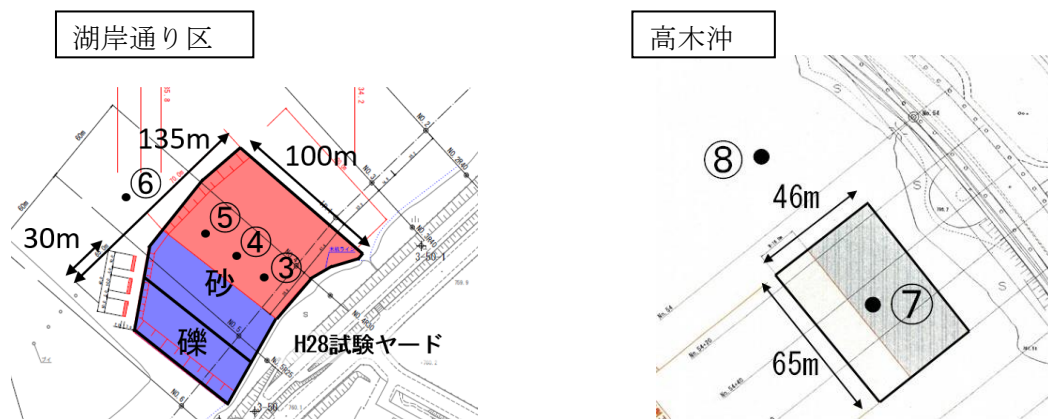


図1 調査地点図

###### 3.1.2.2. 調査日

6月15日、8月5日、11月16日

### 3.1.2.3. 採水深度・採水方法

湖底から 20 cm 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（20 mL/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（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 <sub>4</sub> -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 <sub>2</sub> -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 <sub>3</sub> -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 <sub>4</sub> -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 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 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>

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( $\text{NH}_4\text{-N}$ )濃度は 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、0.04 mg/L 低く、亜硝酸性窒素( $\text{NO}_2\text{-N}$ )濃度は 8 月に試験区の方が 0.003 mg/L 低く、硝酸性窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )濃度は 6、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 0.15、0.12、0.16 mg/L 低かった。無機態窒素(DIN)濃度は 6、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 0.16、0.15、0.19 mg/L 低く、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 6、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 0.23、0.12、0.15 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、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、アンモニア性窒素と硝酸性窒素の濃度が低下し、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 6、8、11 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 0.15～0.3 mg/L 程度：底層水の調査地点間の水平方向の濃度差と同程度)、浮遊物質(SS)濃度についても同様の傾向が見られた。対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給(底泥溶出等)による影響が考えられるが、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( $\text{PO}_4\text{-P}$ )濃度は、6、11 月に対照区に比べて試験区の方がそれぞれ 0.003、0.003 mg/L 低かった。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、6、8 月に試験区の方がそれぞれ 0.031、0.12 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：全りにんに占める割合 6～9 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、6、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 4、4、3 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 6、8 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 0.04～0.1 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(DO)>

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 10mg/L 程度であり、対照区では 8 月調査日に試験区より 2.2 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 4 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(8/5)において、試験区ではクロモの群落を観察され、対照区ではクロモの繁茂が観察された。また、6月、11月の調査日において水生植物は観察されなかった。このように、試験区周辺では岸側東西方向にヒシが繁茂する一帯であるが、試験区内ではヒシが繁茂せずに沈水植物の群落が見られており、覆砂によるヒシの繁茂抑制効果が継続していることが確認された。

### 3.1.3.2 高木沖(地点⑦、⑧)

令和元年～2年度に覆砂した試験区の地点⑦について、対照区の地点⑧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、表層水の測定結果を図6に示す。

#### <窒素>

高木沖の底層水の各態窒素について、アンモニア性窒素濃度、亜硝酸性窒素濃度、硝酸性窒素濃度は、試験区と対照区を比較して調査地点間の濃度差に一定の傾向が見られなかった。無機態窒素濃度、溶解性窒素濃度、全窒素濃度は6月に試験区の方が低く(TN：差0.13 mg/L)、8月に試験区の方が高く(TN：差0.18 mg/L)、一定の傾向が見られなかった。

調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差（底層水の測定値－表層水の測定値）を比較すると(図5)、3.1.3.1項(湖岸通り区)の測定結果とは傾向が異なり、試験区では8月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素、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0.1～0.3 mg/L程度)、6、11月は全窒素の濃度が高く(濃度差0.1 mg/L程度)、浮遊物質(SS)濃度については6、8、11月に高い傾向(濃度差7～12 mg/L程度)が見られた。一方、対照区では、8月の全窒素について、底層水より表層水の方が顕著に濃度が高く(濃度差-0.7 mg/L程度)、SS濃度についても同様に8月に高い傾向(濃度差-11 mg/L程度)が見られた。

湖岸通り区や過年度調査結果と傾向が異なるため、さらに表層水の測定結果を比較すると(図6)、全窒素濃度は6、8月に対照区⑧に比べて試験区⑦の方がそれぞれ0.31、0.82 mg/L低く(懸濁態窒素も同様の傾向)、他の窒素項目については濃度差が見られなかった。また、クロロフィルa濃度は6、8月に試験区の方がそれぞれ12、62 µg/L低く、8月の対照区ではpH、DOの上昇が見られた(植物プランクトンの光合成の影響)。SS濃度は6、8月に試験区の方がそれぞれ3、12 mg/L低く、透視度は8月に51 cm高い。全有機炭素(TOC)濃度は6、8月に試験区の方がそれぞれ0.41、1.9 mg/L低かった。また、調査地点の表層水と底層水の平均値で比較すると、8月を中心に全窒素、TOC、クロロフィルa、SS濃度は試験区の方が低かった。

このように、対照区において6、8月に懸濁物質、有機物に関係する項目やクロロフィルa濃度が高いことは、底泥からの栄養塩の溶出・供給による植物プランクトンの増殖、ヒシ繁茂による水流の阻害等の要因による影響が考えられ、試験区では覆砂によりこれらの影響が抑制されていたと考えられる。

#### <りん>

高木沖の底層水のりん酸態りん(PO<sub>4</sub>-P)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。全りん(TP)濃度は、6月に試験区の方が低く(差 0.007 mg/L)、8、11月に試験区の方が高く(差 0.018、0.008 mg/L)、一定の傾向が見られなかった。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 6~9割) が同様の傾向であり、SS 濃度は8、11月に試験区の方が 6 mg/L 高かった。

調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差を比較すると(図 5)、3.1.3.1 項(湖岸通り区)の測定結果とは傾向が異なり、試験区では6、8、11月に全りんについて表層水より底層水の方が濃度が高く(差 0.02~0.04 mg/L 程度)、SS 濃度については6、8、11月に高い傾向(差 7~12 mg/L 程度)が見られた。一方、対照区では、8月の全りんについて、底層水より表層水の方が顕著に濃度が高く(差 -0.08 mg/L 程度)、SS 濃度についても同様に8月に高い傾向(差 -11 mg/L 程度)が見られた。

湖岸通り区や過年度調査結果と傾向が異なるため、さらに表層水の測定結果を比較すると(図 6)、全りん濃度は6、8月に対照区に比べて試験区の方がそれぞれ 0.033、0.10 mg/L 低く、懸濁態りんも同様の傾向であった。また、前述のとおり、クロロフィル a、SS 等の濃度は6、8月に試験区の方が低く、また、調査地点の表層水と底層水の平均値で比較すると、6、8月に全りん、懸濁態りん、クロロフィル a 等の濃度は試験区の方が低かった。このように、対照区において6、8月に全りん等の濃度が高いことは、底泥からの栄養塩の溶出・供給による植物プランクトンの増殖、ヒシ繁茂による水流の阻害等の要因による影響が考えられる。また、試験区では覆砂によりこれらの影響が抑制されていたと考えられる。

#### <溶存酸素(DO)>

底層水の DO 濃度は、各調査日時 (9~12 時) において、6月に試験区より対照区の方が 4.5 mg/L 低く、対照区では貧酸素状態(DO<4 mg/L)となっていた。8月に対照区の方が 1.2 mg/L 低く、対照区及び試験区で貧酸素状態となっていた。11月は両地点とも 10 mg/L 程度であった。また、底層水と表層水の鉛直方向の濃度差について、6月に対照区で底層水の方が 5 mg/L 程度低く、8月に両地点で底層水の方がそれぞれ 9、13 mg/L 程度低かった。

このように対照区の方が DO が低い傾向が見られたことは、底泥の酸素消費速度の違い(3.2.3.3. 項参照)、調査エリア内で繁茂する沈水植物の違い (ヒシ繁茂による水流の阻害、水中照度の減少等) などが影響している可能性が考えられる。

#### <水生植物の状況>

6月調査日に試験区でヒシが数株、対照区でヒシの繁茂が観察された。8月調査日に試験区でクロモの繁茂、対照区でヒシの繁茂が観察された。11月調査日に水生植物は観察されなかった。このように、試験区及び対照区の周辺はヒシが高密度に繁茂する一帯であるが、試験区内ではヒシが繁茂せずにクロモが繁茂しており、覆砂によるヒシの繁茂抑制効果が見られた。

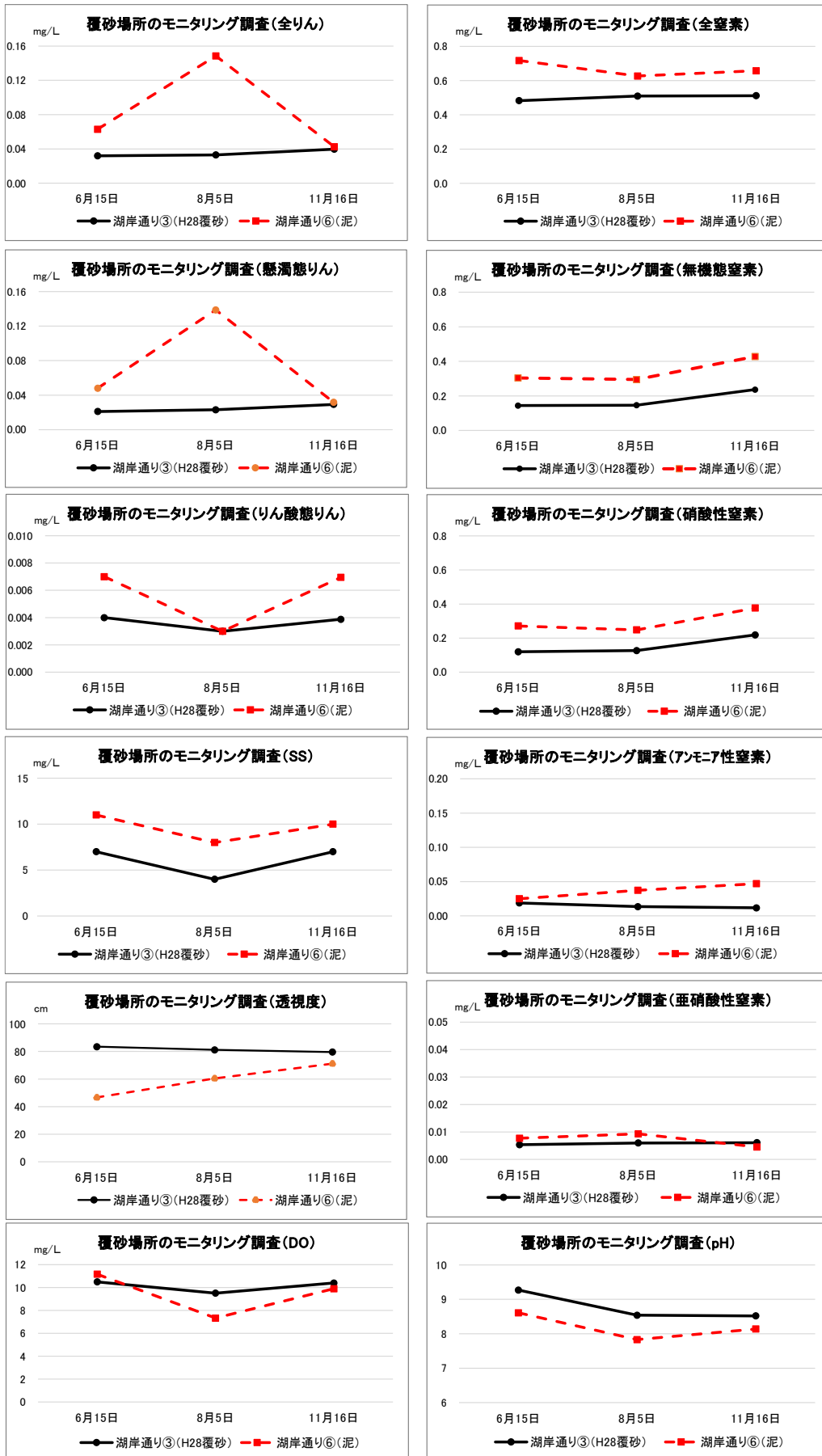


図2 湖岸通り区における水質測定結果 (底層水)

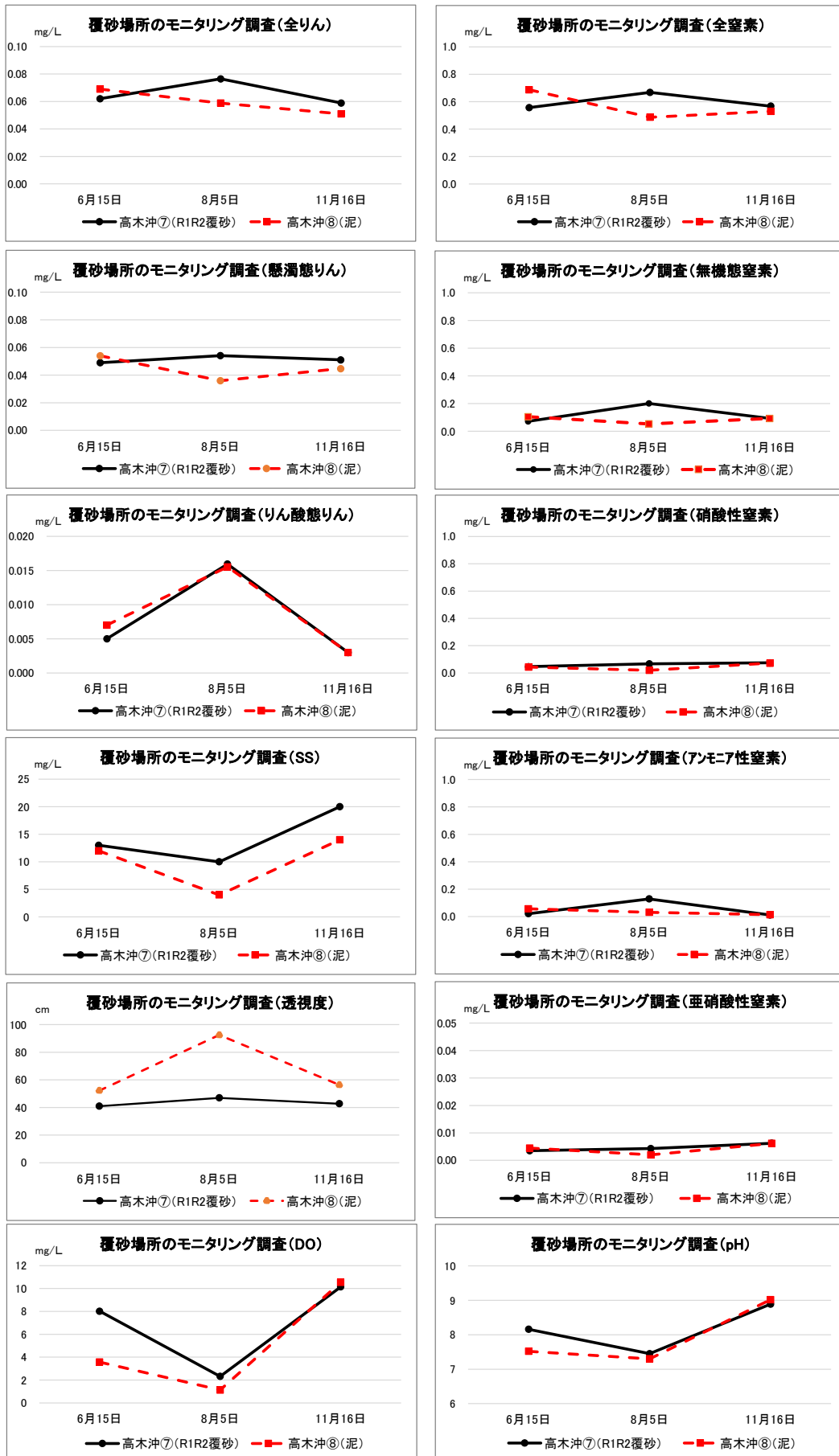


図3 高木沖における水質測定結果(底層水)

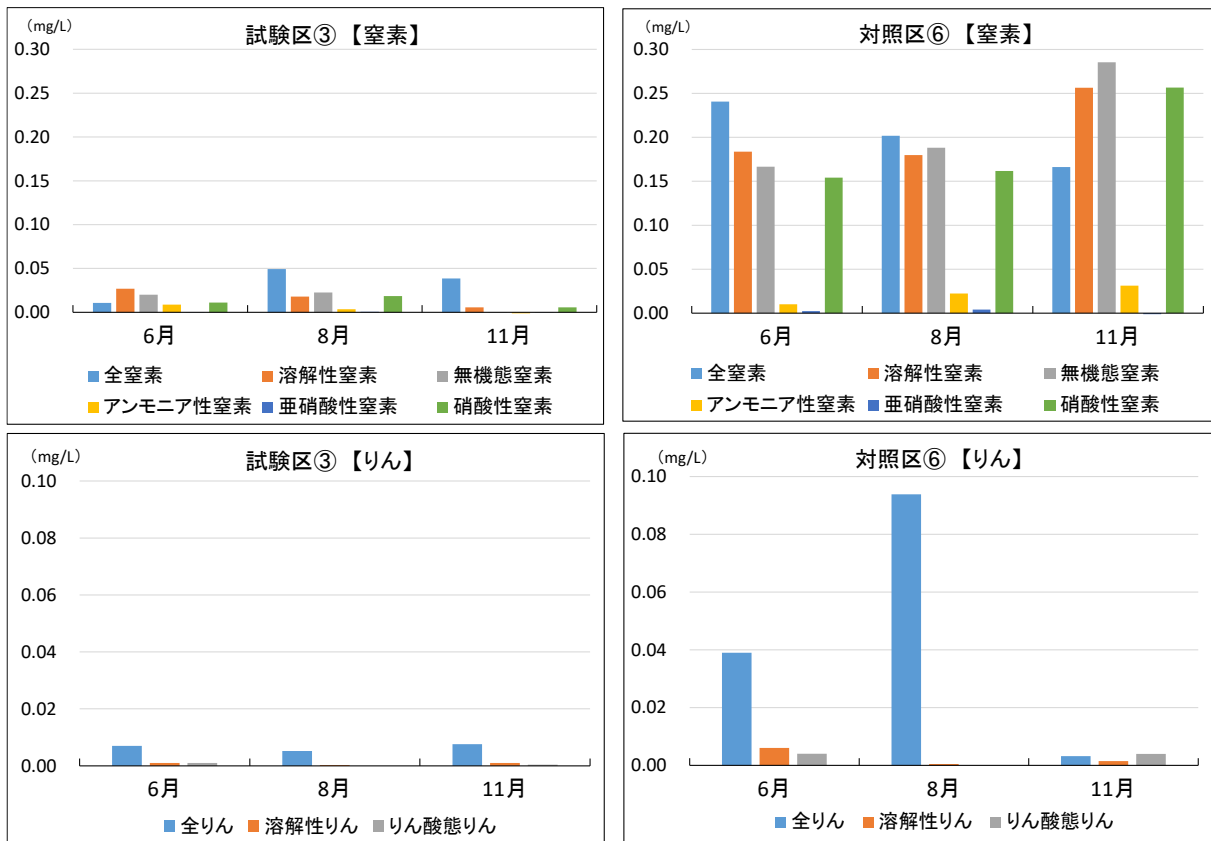


図4 地点毎の底層水と表層水の濃度差【湖岸通り区】(上段：窒素、下段：りん)  
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

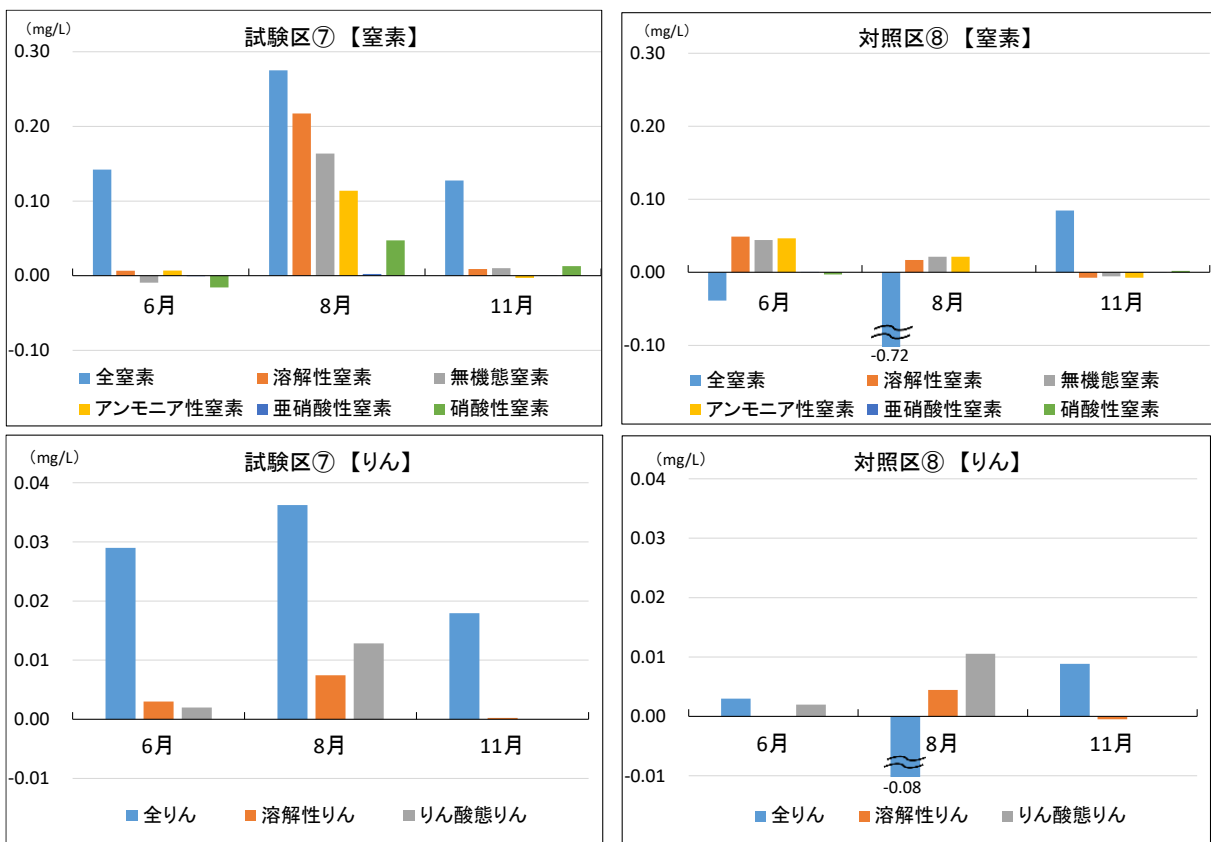


図5 地点毎の底層水と表層水の濃度差【高木沖】(上段：窒素、下段：りん)  
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)



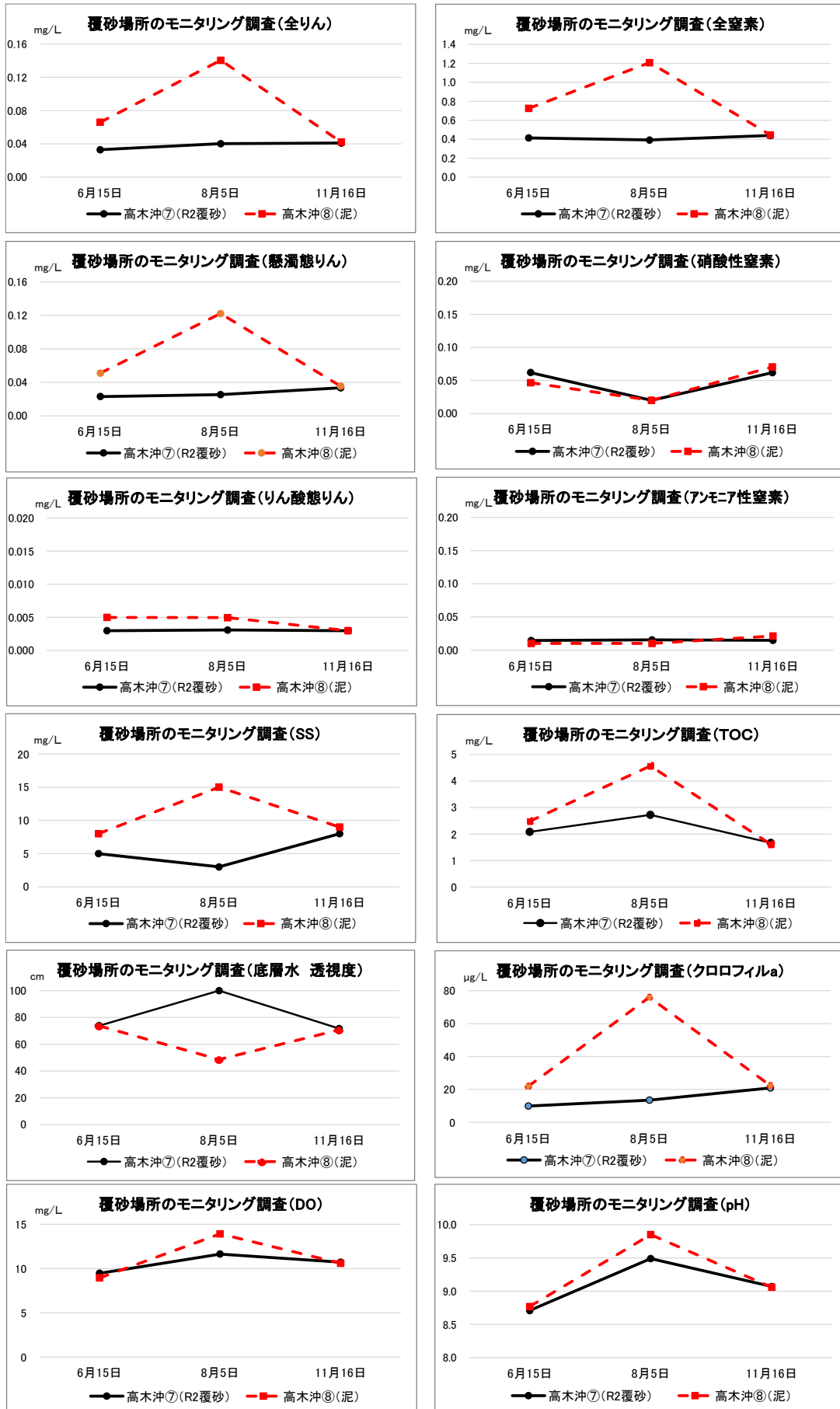


図6 高木沖における水質測定結果(表層水)

### 3.1.4. まとめ

覆砂による水質への影響について、2地区で調査を実施した。

湖岸通り区について、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、全窒素等の濃度は、一般的に対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られた。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。

りん酸態りん、全りん等の濃度は、一般的に対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られ、特に夏季(8月)の全りんは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、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。

高木沖について、今回初めて調査を実施したところ、窒素項目、りん項目で、底層水の調査地点間の水平方向の濃度差に一定の傾向が見られなかった。このため、表層水も含めて比較すると、全窒素(懸濁態窒素)、全りん(懸濁態りん)、TOC、SS、クロロフィル a 等で、表層水濃度及び表層水と底層水の濃度平均値について、対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られ、特に夏季(8月)に顕著であった。対照区において、底泥からの栄養塩類の溶出・供給による植物プランクトンの増殖、ヒシ繁茂による水流の阻害等の要因による影響が考えられ、試験区では覆砂によりこれらの影響が抑制されていたと考えられる。なお、今回、覆砂後1年程度経過した状況での調査であるため、今後の継続した調査により経年変化を把握していく必要がある。また、地点間で水生植物の繁茂状況が異なり、他の調査地区とは上下層の傾向が異なるため、水質への影響を適切に評価するためには、今後、全層的な比較等(中間層や全層水の採水等)も検討する必要があると考える。

溶存酸素濃度については、両地区で夏季を中心に対照区の方が低く、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、繁茂状況の違い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。高木沖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(湖岸通り区)について、R3年度の気象条件は、年平均気温が比較的高く夏季に記録的な大雨となり諏訪地域で2度の大雨災害が発生した。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は、猛暑であったH30より8月調査日で2℃程度低かったが(8月採水日・対照区⑥底層水温平均 H30: 28.2℃、R1: 24.4℃、R2: 23.8℃、R3: 25.8℃)、試験区と対照区の濃度差は項目により違いがあるが、H30と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。湖岸通り区（諏訪日赤前）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。高木沖（高木運動公園前）は、令和元年度～令和2年度に覆砂した試験区内の地点⑦及び比較対照として試験区外側の地点⑧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
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	1.6	泥	
高木沖	⑦	試験区	試験区内・岸から28m	1.9	砂泥	R1-R2覆砂実施
	⑧	対照区	岸から28m、⑦から75m	1.8	泥	

※水深は底質調査日に測定した平均値。

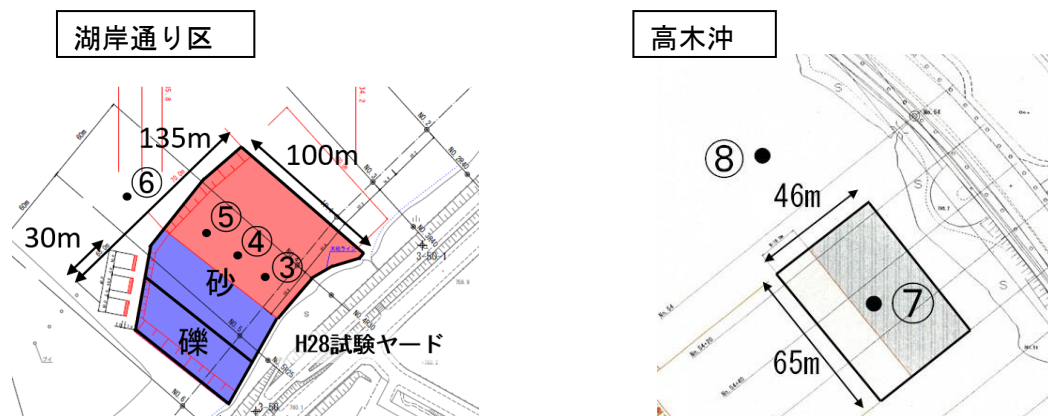


図1 調査地点図

##### 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 6/29、秋期 11/9、11/24
- 底泥酸素消費速度調査：夏期 7/20、7/29、秋期 10/24

### 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
粒度分布	4.75mm、2mm、425 $\mu$ m、75 $\mu$ 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)<sup>\*</sup>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。

<sup>\*</sup>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

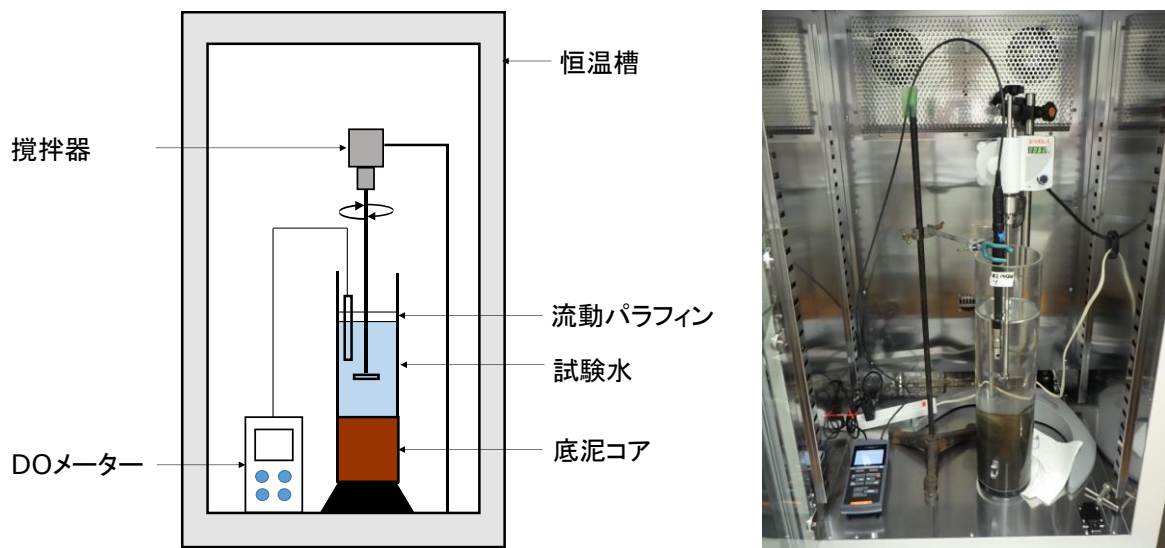


図2 底泥酸素消費速度 実験装置 (左：模式図、右：写真)

### 3.2.3. 調査結果

#### 3.2.3.1. 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3に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図4に示す。

令和3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1.8%であり、対照区の地点⑥の値(10.5～10.8%)と比べて平均9ポイント低かった(対⑥比17%)。また、試験区、対照区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③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、R3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。

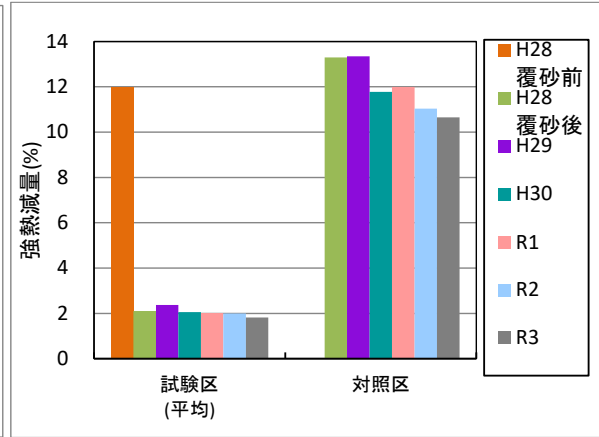
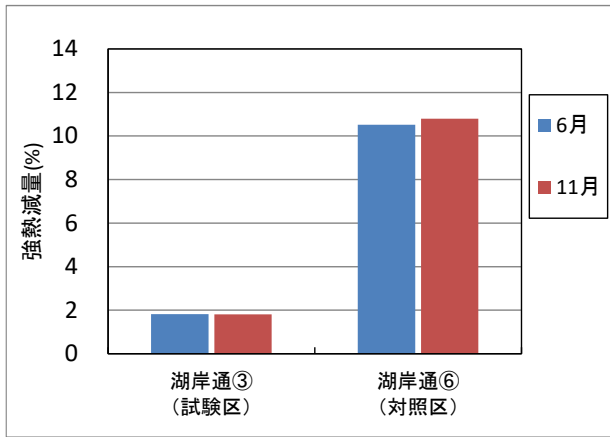


図3 強熱減量のR3年度測定結果【湖岸通り区】 図4 強熱減量の経年変化\*【湖岸通り区】

※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年度の数值は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5に、経年変化を図6に示す。

測定結果について、覆砂した試験区③の全窒素濃度は0.19 mg/gであり、対照区⑥の濃度(2.45～2.75 mg/g)と比べて平均2.4 mg/g低かった(対⑥比7%)。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(+0.3 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、R2年度はそれぞれ0.13～0.29、0.22～0.34、0.16～0.23、2.46～2.84 mg/gであり、R3年度は0.19 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。

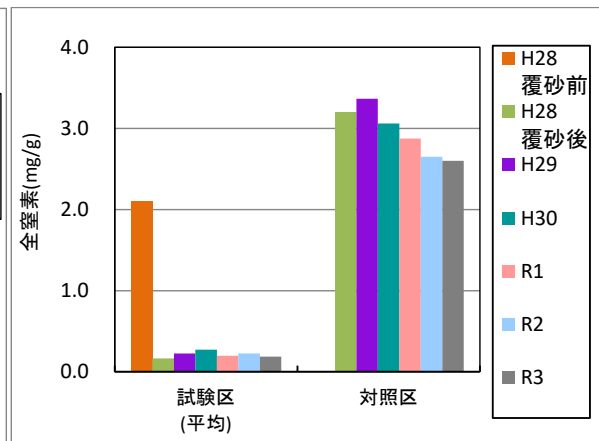
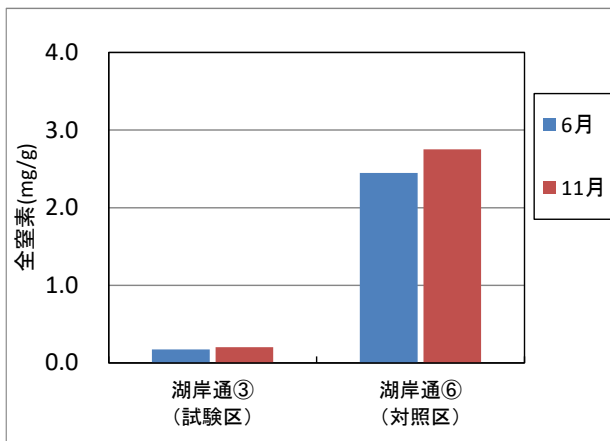


図5 全窒素のR3年度測定結果【湖岸通り区】

図6 全窒素の経年変化【湖岸通り区】

## <全りん>

測定結果を図7に、経年変化を図8に示す。

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0.31 mg/gであり、対照区⑥の濃度(1.20~1.30 mg/g)と比べて平均0.94 mg/g低かった(対⑥比25%)。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6月に比べて11月の方が濃度が低くなっていた(差0.1 mg/g程度)。

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、R2年度はそれぞれ0.53~0.63、0.58~0.63、0.54~0.59、0.45~0.49 mg/gであり、R3年度は0.31 mg/gと低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は1.2~1.7 mg/gの範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

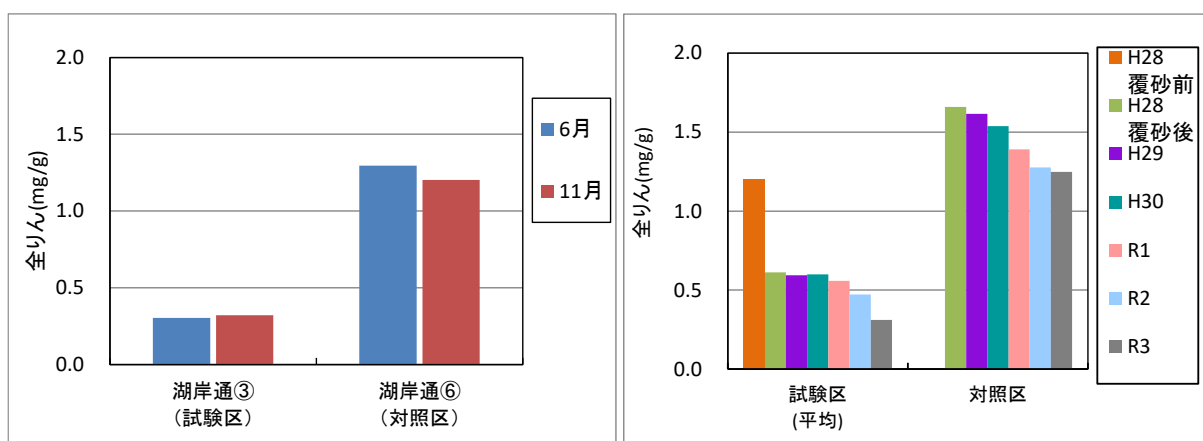


図7 全りんのR3年度測定結果【湖岸通り区】

図8 全りんの経年変化【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9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、R2年度はそれぞれ8%未満、5%未満、3%未満、4%未満、R3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65%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。

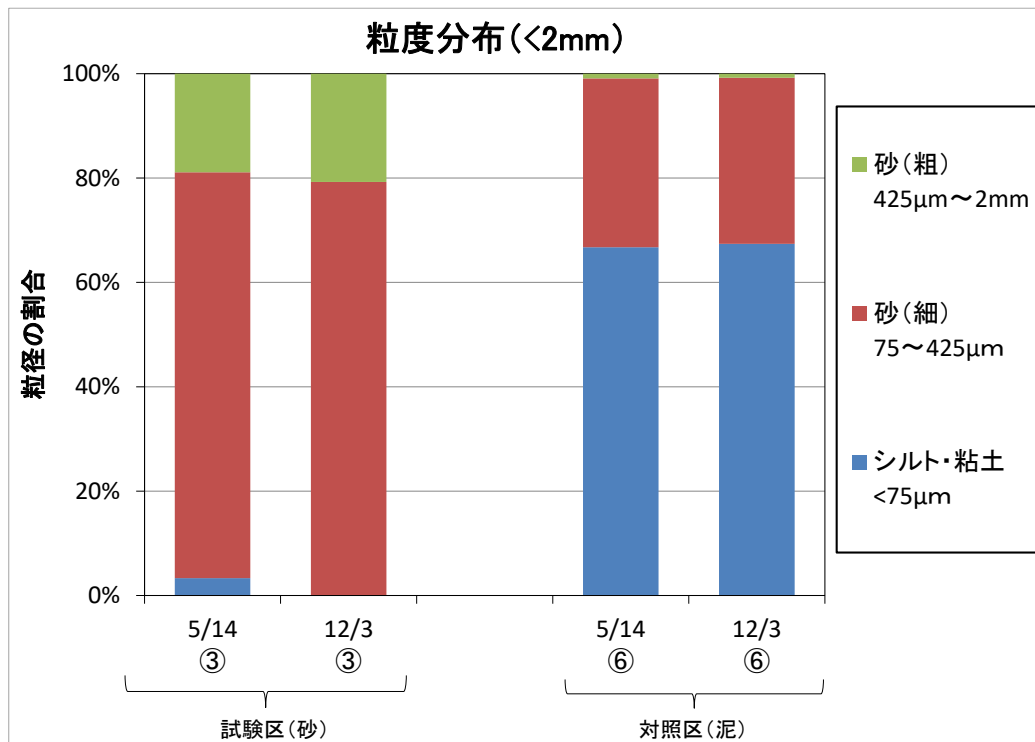


図9 底質の粒度分布組成【湖岸通り区】

### 3.2.3.2. 高木沖(地点⑦、⑧)

令和元年～2年度に覆砂した試験区⑦について1年程度経過した状況について確認するとともに、対照区⑧と比較して覆砂による底質改善状況を調査した。

#### <強熱減量>

測定結果を図10に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図11に示す。

令和3年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点⑦の強熱減量(%)(有機物含有量の目安)の値は2.9%であり、対照区の地点⑧の値(17.1~18.6%)と比べて平均15ポイント低かった(対⑧比16%)。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6月に比べて11月の方が値が低くなっていた(差1.5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(R1.12月)は11%であったが覆砂後は2.8%に改善し、R3年度の平均値も3%程度で低い値であった。なお、対照区の値は17~19%の範囲で推移している。



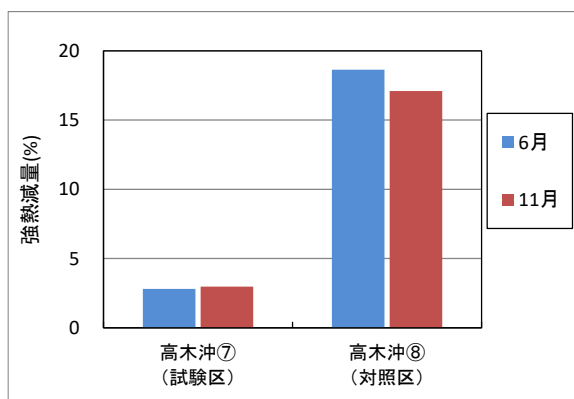


図 10 強熱減量の R3 年度測定結果【高木沖】

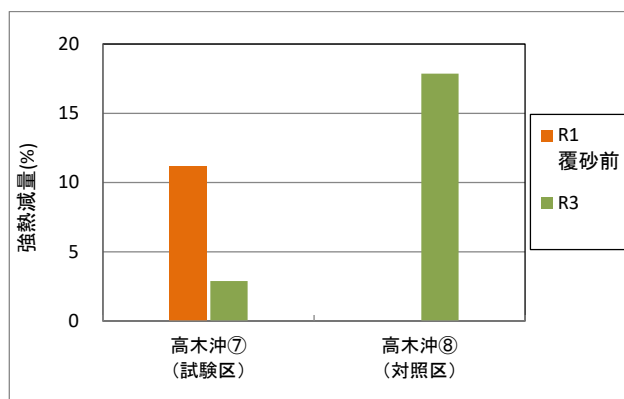


図 11 強熱減量の経年変化【高木沖】

### <全窒素>

測定結果を図 12 に、経年変化を図 13 に示す。

令和 3 年度の測定結果について、覆砂した試験区の全窒素濃度は 0.33~0.37 mg/g であり、対照区の濃度(6.44~7.15 mg/g)と比べて平均 6.4 mg/g 低かった (対⑧比 5%)。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 6 月に比べて 11 月の方が濃度が低くなっていた (差 0.7 mg/g 程度)。

経年変化について、試験区の全窒素濃度は、覆砂前(R1.12月)が 2.8 mg/g であったが覆砂後は 0.33 mg/g と非常に低い値に改善され、R3 年度の平均値は 0.35 mg/g で低い値であった。なお、対照区の値は 6.4~7.1 mg/g の範囲で推移している。

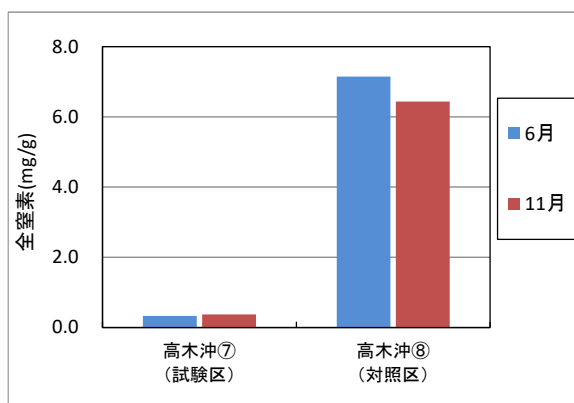


図 12 全窒素の R3 年度測定結果【高木沖】

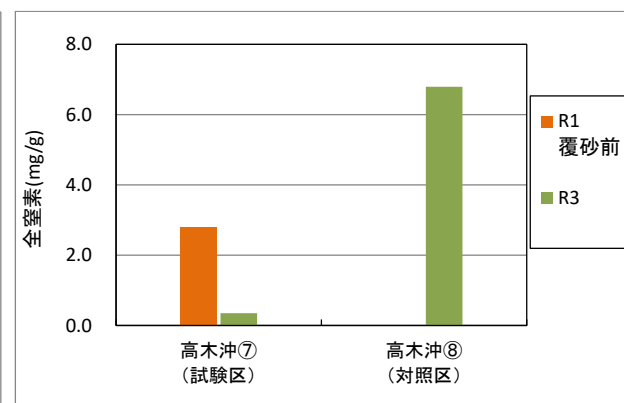


図 13 全窒素の経年変化【高木沖】

### <全りん>

測定結果を図 14 に、経年変化を図 15 に示す。

令和 3 年度の測定結果について、覆砂した試験区的全りん濃度は 0.52~0.61 mg/g であり、対照区の濃度(1.62~1.77 mg/g)と比べて平均 1.1 mg/g 低かった (対⑧比 33%)。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 6 月に比べて 11 月の方が濃度が低くなっていた(差

0.16 mg/g 程度)。

経年変化について、試験区の全りん濃度は、覆砂前(R1.12月)が 1.35 mg/g であったが覆砂後は 0.61 mg/g と非常に低い値に改善され、R3 年度の平均値は 0.57 mg/g で低い値であった。なお、対照区の値は 1.6~1.8 mg/g の範囲で推移している。

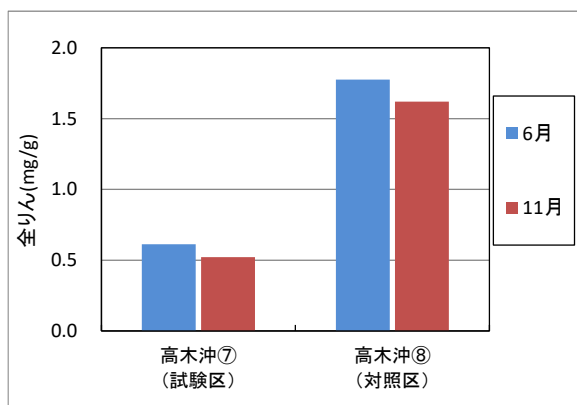


図 14 全りんの R3 年度測定結果【高木沖】

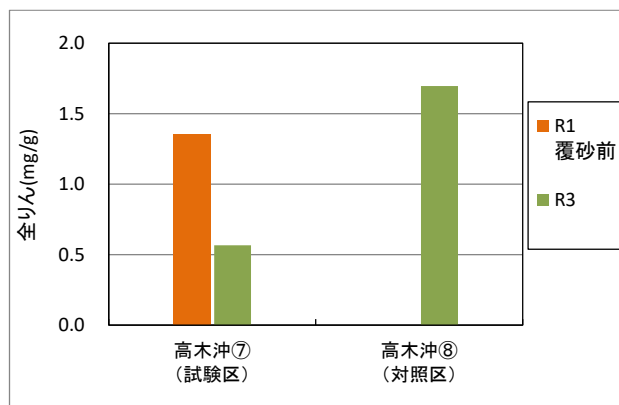


図 15 全りんの経年変化【高木沖】

### 3.2.3.3. 底泥酸素消費速度

底泥酸素消費速度 (SOD) 試験は、高木沖の地点⑦及び⑧で実施した。

測定結果を表 3、図 16 に示す。DO 経時変化図 (図 17) 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⑦の SOD は平均 0.91 g/m<sup>2</sup>/d、対照区⑧は平均 1.1 g/m<sup>2</sup>/d であり、対照区の方が値が高く酸素消費速度が大きかった。前項のとおり両地点の底質性状は顕著に異なり、試験区では砂泥質で有機物量、栄養塩類等の含有量が少なく (強熱減量(IL) 2.2%、全窒素(TN) 0.15 mg/g、全りん(TP) 0.61 mg/g)、対照区では泥質で IL 19%、TN 7.9 mg/g、TP 1.7 mg/g であり、底質性状の違いが要因の一つとして考えられる。また、試験区では底泥コア表面に付着藻類が見られ、付着藻類が多いサンプルほど SOD 値が高い傾向が見られた。R1 年度(渋崎区)調査でも夏期に付着藻類の影響が見られたことから、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 SOD 値に影響している可能性が考えられる。なお、対照区のサンプル表面はヒシの枯死体等の植物残渣が多く見られた。

秋期(11月)の調査について、覆砂した試験区⑦の SOD は平均 1.5 g/m<sup>2</sup>/d、対照区⑧は平均 1.5 g/m<sup>2</sup>/d であり、調査地点間の差は見られなかった。調査地点ごとのサンプル間のバラつき(n=3)を見ると、試験区においてバラつきが大きく(変動係数 CV% 試験区 18%、対照区 6.5%)、試験区の 3本の底泥コアサンプルのうちクロモの枯死体等の植物残渣が多い2サンプルで SOD 値が大きく、バラつきの要因と推察される。

2期の調査から季節変動について、両地点において秋期の方がSODが大きい値であった。秋期のサンプル表面には試験区でクロモ、対照区でヒシ等の枯死体が多く堆積していた。この傾向は、R2(湖岸通り区)の調査においても同様に見られている。

夏期(7月)の調査において、試験区の方が値が小さく酸素消費速度が小さかったが、試験区の方がSODが小さい傾向は、R1(渋崎区)、R2(湖岸通り区)の秋期の調査においても同様に見られている。

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3又は5本で測定値の変動係数を確認した。測定結果から変動係数は5.7~21%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が最も大きかった試験区⑦・夏期については、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/m<sup>2</sup>/day) 【高木沖】

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)	IL*2 (%)	TN*2 (mg/g)	TP*2 (mg/g)
試験区⑦・夏期	5	0.68	1.2	0.91	21	7/20	25.1	2.2	0.15	0.61
対照区⑧・夏期	5	1.0	1.2	1.1	5.7	7/29	25.1	19	7.9	1.7
試験区⑦・秋期	3	1.2	1.8	1.5	18	11/24	8.6	3.0	0.37	0.52
対照区⑧・秋期	3	1.4	1.6	1.5	6.5	11/24	8.8	19	7.8	1.7

\*1 水温：現地の底層水の水温

\*2 底泥コアの表層0-1cm又はエクマンバージ採泥による測定値

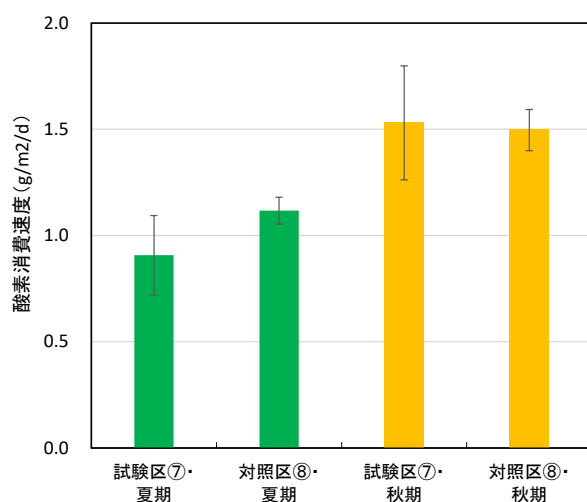


図16 底泥酸素消費速度 測定結果【高木沖】

※エラーバーは標準偏差を示す

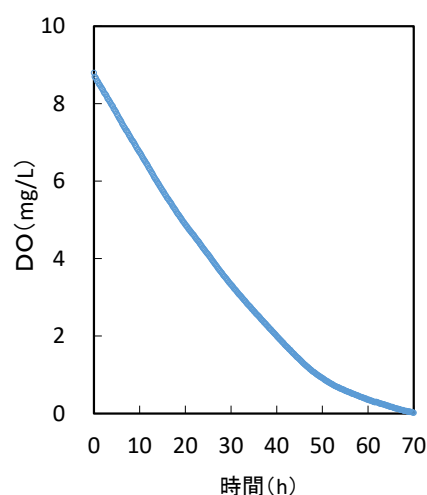


図17 DO経時変化(対照区・秋期)

### 3.2.4 考察・まとめ

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と比較して有機物量や栄養塩類(強熱減量、全窒素、全りん等)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。

高木沖では、令和元年～2 年度に覆砂を実施した試験区⑦において、対照区⑧と比較して有機物量や栄養塩類(強熱減量、全窒素、全りん等)の測定値は低く、覆砂施工により底質が改善され、覆砂施工から 1 年程度経過した状況においてその明瞭な底質改善効果が確認された。

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 6%)、全りんで 7 割減(対対照区比 29%)であった。(それぞれ湖岸通り区及び高木沖の平均)

底泥酸素消費速度について、高木沖で初めて調査を実施した結果、試験区と対照区の SOD(平均値)は夏期に試験区の方が低い値であり、季節変動は秋期の方が値が高い傾向が見られ、覆砂による底質性状の違い、付着藻類、水生植物の堆積等による酸素消費の影響が示唆された。今後、付着藻類、水生植物の堆積等による影響を考慮し SOD の詳細な季節変動を把握する必要があると考える。

底質調査については、今後も継続的に調査を実施し、底質の状況や改善効果の推移を確認していくことが必要である。

### 3.3 淡水シジミ生息調査

長野県水産試験場諏訪支場

#### 3.3.1 調査目的

渋崎、湖岸通りおよび高木地区の覆砂場所およびその対照区における淡水シジミの生息状況を調査・比較し、覆砂による底質改善の効果を検証する

#### 3.3.2 調査方法

##### 調査年月日

令和3年5月14日、8月23日、11月18日

##### 調査方法

渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では、覆砂場所内で無作為に選んだ3カ所に縦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。

高木地区の覆砂区ならびに渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区では水深が深く同様の調査が困難なため、調査地点付近で無作為に選んだ1カ所で船上から目合1mmの網を付けたジョレンを用いて1m<sup>2</sup>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月とされている。また、藤原(1977)によると、8月、11月および翌5月のシジミ0<sup>+</sup>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<sup>+</sup>個体、それ以上であったものを1<sup>+</sup>以上個体と区分した。なお、本年の産卵期前となる5月に採捕された0<sup>+</sup>個体は令和2年産まれにあたる。覆砂区では3カ所で採取した0<sup>+</sup>個体および1<sup>+</sup>以上個体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 結果

##### 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1および図2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<sup>+</sup>個体および1<sup>+</sup>以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ6および0個体、8月がそれぞれ28および2個体、11月がそれぞれ32および2個体であった(表)。5月、8月および11月の0<sup>+</sup>個体の割合はそれぞれ100、93および94%と、採取された淡水シジミのほとんどは0<sup>+</sup>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<sup>+</sup>個体および1<sup>+</sup>以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ11および0個体、8月がそれぞれ2および1個体、11月がそれぞれ9および0個体であった。5月、8月および11月の0<sup>+</sup>個体の割合はそれぞれ100、67および100%と、採取された淡水シジミのほとんどは0<sup>+</sup>個体であった。

高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照

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。

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月および11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および4～6mm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。

高木地区の覆砂区は令和2年に造成された新規の覆砂区である。渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では、覆砂区が造成された数年後に淡水シジミの生息が確認できたことから、今年度は確認できなかったが数年後に高木地区においても淡水シジミが生息している可能性が考えられる。今後も淡水シジミの生息状況をモニタリングしていく必要がある。

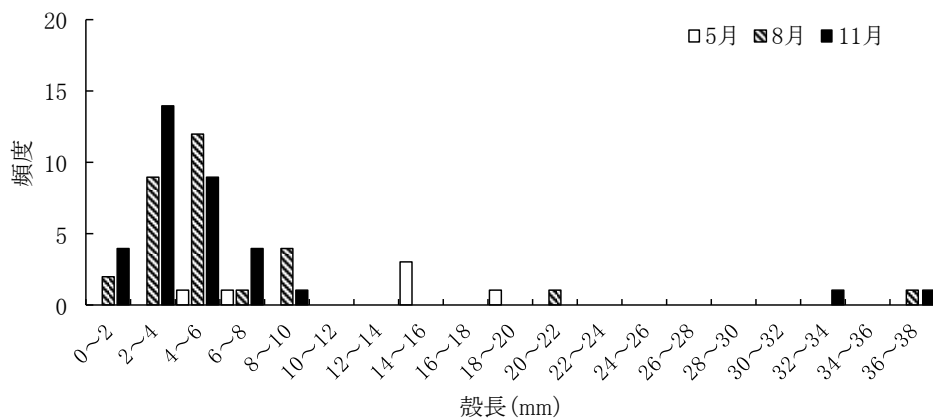


図1 渋崎地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

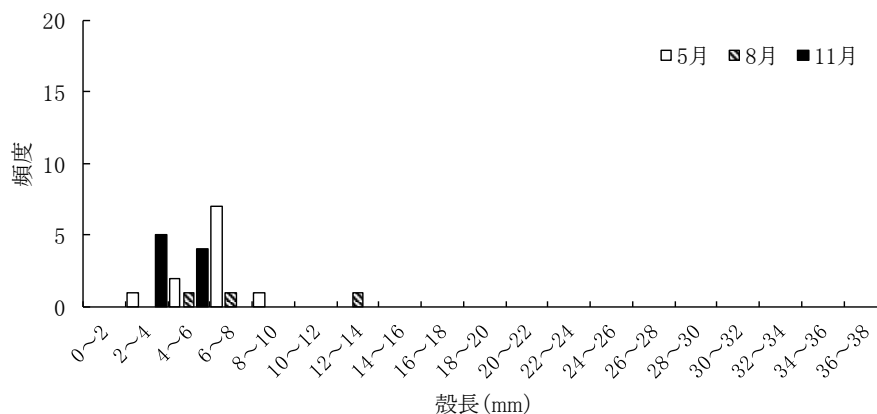


図2 湖岸通り地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

表 渋崎、湖岸通りおよび高木地区における淡水シジミの個体数と年齢組成

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			高木地区覆砂区の個体数		
	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)
0+	6 (100)	28 (93)	32 (94)	11 (100)	2 (67)	9 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1+~	0 (0)	2 (7)	2 (6)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

### 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  $2.0 \pm 2.0$  および 0 個体/m<sup>2</sup>、8 月がそれぞれ  $9.3 \pm 6.1$  および  $0.7 \pm 0.6$  個体/m<sup>2</sup>、11 月がそれぞれ  $10.7 \pm 4.5$  および  $0.7 \pm 0.6$  個体/m<sup>2</sup> であった (図 3)。

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  $3.7 \pm 1.5$  および 0 個体/m<sup>2</sup>、8 月がそれぞれ  $0.7 \pm 0.6$  および  $0.3 \pm 0.6$  個体/m<sup>2</sup>、11 月がそれぞれ  $3.0 \pm 2.6$  および 0 個体/m<sup>2</sup> であった (図 4)。

高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。

渋崎、湖岸通りおよび高木地区の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産卵による新規加入によって 8 月および 11 月に 0+ 個体の生息密度が上昇した。

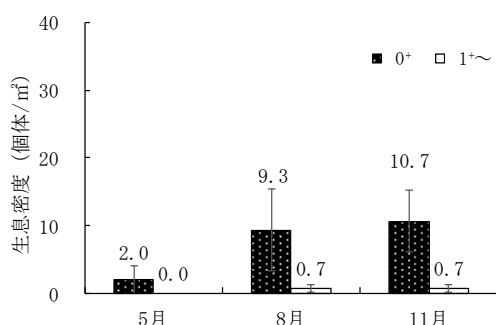


図 3 渋崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (I は標準偏差)

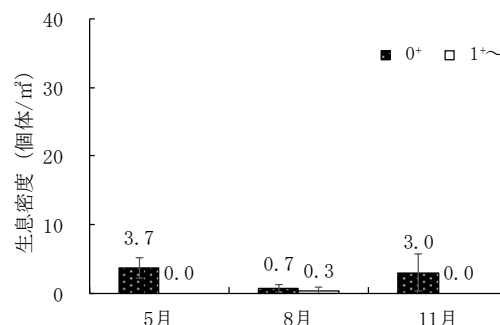


図 4 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (I は標準偏差)

### 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 4 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 5 および図 6 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、5 月から 8 月および 11 月にかけて観察された 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、11 月から 5 月にかけて観

察された0<sup>+</sup>個体や1<sup>+</sup>以上の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。

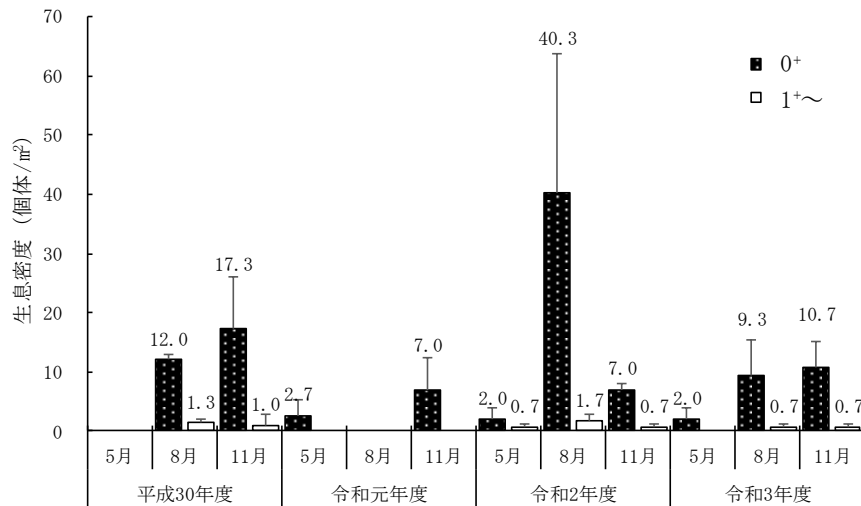


図5 渋崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移（Iは標準偏差）

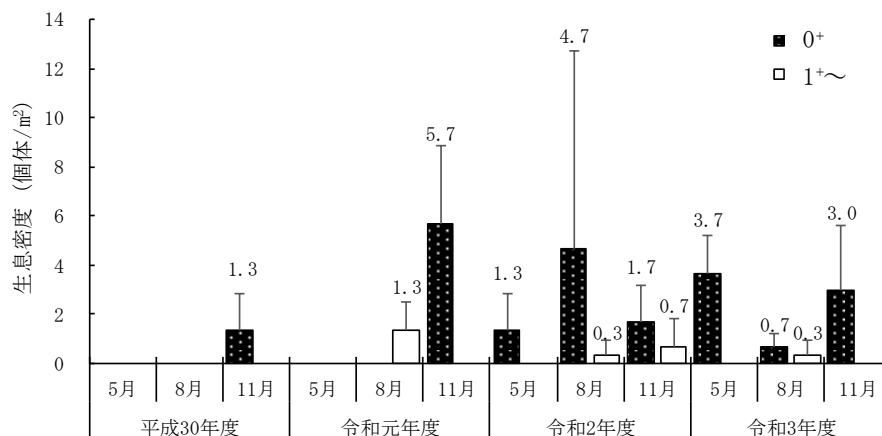


図6 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移（Iは標準偏差）

### 3.3.5 まとめ

- 対照区では淡水シジミは採取されなかった。
- 新規に造成された高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。
- 渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度については、0<sup>+</sup>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（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
- 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 底生生物および魚類調査

#### 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 6 年後、平成 28 年度に造成した湖岸通り地区の覆砂区の 5 年後および令和 2 年に造成した高木地区の覆砂区の 1 年後の底生生物および魚類の生息状況を把握した。

#### 3.4.2 調査方法

##### 3.4.2.1 底生生物調査

調査は 3 回行い、令和 3 年 6 月 15 日、8 月 23 日、10 月 11 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 25 日、10 月 13 日に回収した。調査地点は渋崎地区、湖岸通り地区および高木地区のそれぞれ覆砂区および対照区の合計 6 地点とした。なお、渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区および対照区は前年度と同じ調査地点とし、高木地区の覆砂区および対照区は令和 2 年度に新規に造成された調査地点とした。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、冷凍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

##### 3.4.2.2 魚類調査

調査は 3 回行い、令和 3 年 6 月 15 日、8 月 24 日、10 月 11 日に調査地点付近で投網を行った。調査地点は底生生物調査と同様に渋崎地区、湖岸通り地区および高木地区のそれぞれの覆砂区および対照区の合計 6 地点とした。使用漁具は目合い 1 mm の投網を調査地点ごとに 5 回ずつ行い、採捕した生物は、実験室に持ち帰り、冷凍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。

#### 3.4.3 調査結果

##### 3.4.3.1 底生生物調査

採捕種数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 5 および 4 種、湖岸通り地区の覆

砂区および対照区はそれぞれ6および5種、高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ6および1種と覆砂区の方が対照区より多かった（表2）。

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19および30個体と、対照区の方が覆砂区より多かった。湖岸通り地区の覆砂区および対照区はそれぞれ21および26個体と、対照区の方が覆砂区より多かった。高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ28および5個体と、覆砂区の方が対照区より多かった。

採捕された魚類はウキゴリ、ヌマチチブ、ドジョウ、カラドジョウおよびブルーギルであった。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1種、採捕個体数はそれぞれ7および5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2種、採捕個体数は両区ともに11個体であった。高木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4および1種、採捕個体数はそれぞれ11および5個体であった。渋崎、湖岸通りおよび高木地区ともに、魚類の採捕種数および採捕個体数は覆砂区の方が対照区より多かった。

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両区ともに2個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ4および16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4および1個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ1および11個体であった。高木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3および0個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ14および0個体であった。テナガエビについては湖岸通りおよび高木地区において対照区より覆砂区で多く採捕された。スジエビについては渋崎および湖岸通り地区において覆砂区より対照区で多く採捕された。

採捕された貝類はタニシ科であった。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6および7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5および3個体であった。高木地区ではタニシ科は採捕されなかった。

表2 渋崎、湖岸通り及び高木地区における5、8、11月に採捕された種及び個体数

調査地点		魚類				甲殻類		貝類	合計	
		ウキゴリ	ヌマチチブ	ドジョウ	カラドジョウ	ブルーギル	テナガエビ	スジエビ		タニシ科
渋崎	覆砂区	3	4				2	4	6	19
	対照区	5					2	16	7	30
湖岸通り	覆砂区	7	2	2			4	1	5	21
	対照区	7	4				1	11	3	26
高木	覆砂区	3	1		1	6	3	14		28
	対照区					5				5
合計		25	11	2	1	11	12	46	21	129

### 3.4.3.2 魚類調査

採捕種数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ6および2種、湖岸通り地区の覆

砂区および対照区はそれぞれ1および4種、高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ6および3種であった(表3)。

採捕された魚類はワカサギ、タモロコ、モツゴ、フナ、オオクチバス、ブルーギル、ウキゴリ、ヌマチチブおよびカマツカであった。渋崎地区における覆砂区および対照区の採捕個体数はそれぞれ20および135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個体数はそれぞれ5および15個体であった。高木地区における覆砂区および対照区の採捕個体数はそれぞれ73および4個体であった。ワカサギについては渋崎地区の対照区および高木地区の覆砂区でそれぞれ134および46個体と多く採捕された。渋崎地区の対照区は覆砂区より沖側のため、沖側の比較的水深が深い場所に生息するワカサギが多く採捕されたことが考えられた。また、高木地区の覆砂区は覆砂の効果で水草が少なかったが、対照区ではヒシやクロモ等の水草が繁茂し投網による捕獲率が低かったためワカサギがあまり採捕されなかった可能性が考えられた。

表3 渋崎、湖岸通り及び高木地区における5、8、11月に採捕された種及び個体数

調査地点	ワカサギ	タモロコ	モツゴ	フナ	オオクチバス	ブルーギル	ウキゴリ	ヌマチチブ	カマツカ	合計
渋崎	覆砂区	8	2	1		4			1	20
	対照区	134	1							135
湖岸通り	覆砂区				5					5
	対照区	10		1	1	3				15
高木	覆砂区	46		7	2	11	5	2		73
	対照区	1	2			1				4
合計	199	5	9	2	10	19	5	2	1	252

#### 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4に示した。4年間で採捕された種は、魚類が10種、甲殻類が2種、貝類が2種であった。

魚類については、4年間毎年採捕された種は、ヌマチチブの1種で、それ以外は1から3年確認された種が大半であった。また、ヌマチチブは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かった。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、使用漁具が網笠であったことから、移動力のある巻貝のみ採捕された。タニシ科は覆砂区および対照区で、カワニナ科は覆砂区でのみ採捕されたが、カワニナ科は採捕個体数が1個体であり、巻貝類への覆砂の効果は明らかではない。

対して、甲殻類については、本年度はテナガエビの採捕数が少なく明確な差は見られなかったが、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、平成30年度および令和2年度で観察されている。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、本調査の平成 30 年度および令和 2 年度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を支持している。

一方で、覆砂後 5、6 年経過してもその好適な環境が維持されているかは明らかではなく、今後も底生生物および魚類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 4 渋崎地区および湖岸通り地区における 4 年間の調査で採捕された種および個体数

年度	H30				R1				R2				R3				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		
	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	
モツゴ		2		17	5	13	24	17		1	1	1					81
ビワヒガイ				1													1
コイ													1				1
ドジョウ															2		
魚類								1									1
カラドジョウ																	
ウキゴリ									1	6	1	1	3	5	7	7	31
ヌマチチブ	3	5	6	2	7	7		5	5	13	2	7	4		2	4	72
ヨシノボリ	3																3
オオクチバス															1		1
ブルーギル								1									1
甲殻類																	
テナガエビ	34	4	17	12		1	7	1	23	3	10	2	2	2	4	1	123
スジエビ	1	2	1	7	2	1	9	25	5	12		15	4	16	1	11	112
貝類																	
タニシ科		1		5	1		5		3	4	2		6	7	5	3	42
カワニナ科									1								1
合計	41	14	24	44	15	22	45	50	38	39	16	28	19	30	21	26	470

### 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