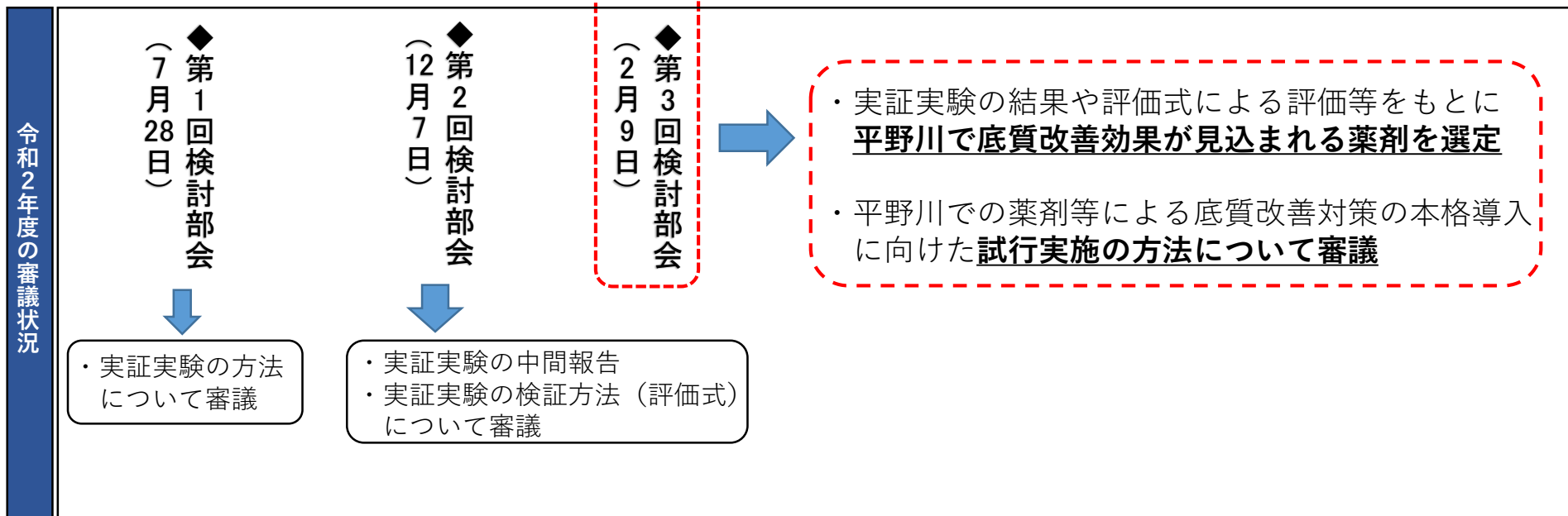
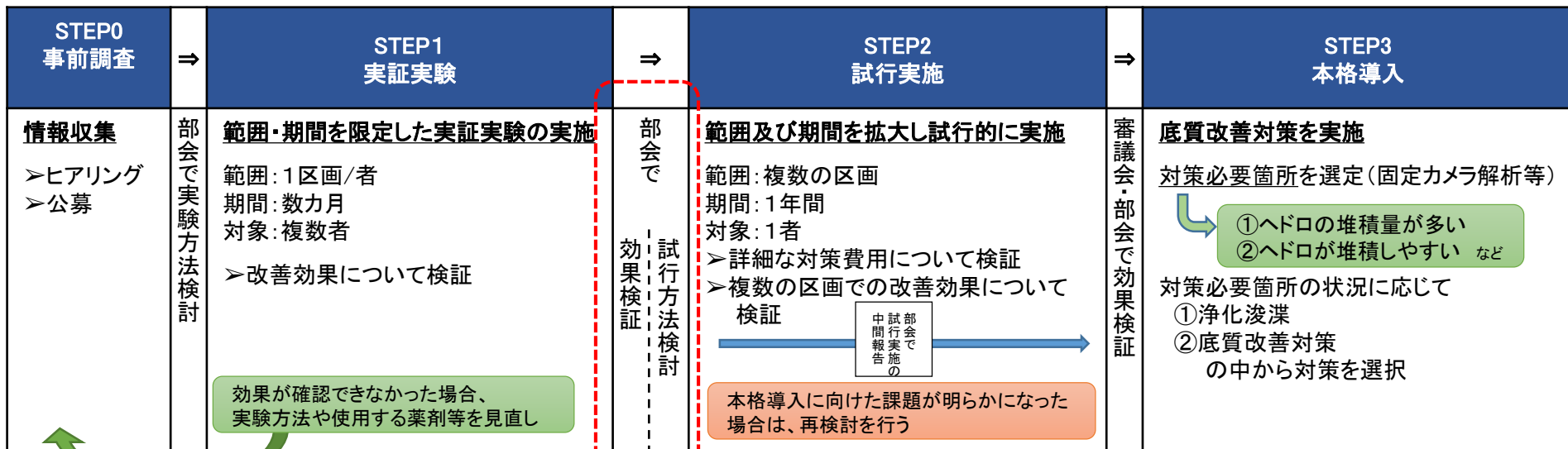


## 平野川における薬剤等による底質改善対策に係る今後の流れ



# 実験に使用した薬剤等

## 公募によって選定した3社の薬剤

項目	X社	Y社	Z社
主な成分	硝酸カルシウム	水酸化マグネシウム (粒状) 酸化マグネシウム (粉状)	硫黄光合成細菌、脱窒菌
改善メカニズム (メーカー提示)  詳細は、参考資料 p3参照	<ul style="list-style-type: none"> <li>硝酸イオン →酸化剤としての役割</li> <li>→脱窒菌活性向上</li> <li>カルシウムイオン →吸着剤の役割、 富栄養化抑制</li> </ul>	底泥表層 (2cm程度) をpH8.0以上の アルカリ性に保つ →硫酸還元菌増殖抑制 →好気性バクテリア活性	<ul style="list-style-type: none"> <li>硫黄光合成細菌 →硫化物・硫化水素の分解</li> <li>脱窒菌 →窒素を気化・減少</li> </ul>
形状	錠剤 (直径3cm、比重1.7)	粒状 (比重2.36) } 微粒 (比重3.58) } 等量混合	1kg入りパック (不織布)
想定散布量 <b>実証実験散布量</b>	900g/m <sup>2</sup> <b>18kg/20m<sup>2</sup></b>	3,000g/m <sup>2</sup> <b>各30kg 計60kg/20m<sup>2</sup></b>	1kg (効果範囲：100m程度) <b>1袋(1kg)/20m<sup>2</sup></b>
薬剤が溶ける期間	1年程度	1.5か月～2か月程度	—
効果発現時期	<b>1週間～1か月程度</b>	<b>即効</b>	<b>2週間程度</b>
効果継続期間	<b>3か月～1年程度</b>	<b>1.5か月～2か月程度</b>	<b>1年～5年程度</b>
水生生物などへの影響	毒性試験実施済み (LC <sub>50</sub> ：10,000mg/L以上)	毒性試験実施済み (EC <sub>50</sub> ・LC <sub>50</sub> ・Erc <sub>50</sub> ：100mg/L以上)	毒性試験実施済み(2倍量でも毒性なし) 溶出試験済み (健康項目全て不検出)
主な使用実績	魚市場水路、ゴルフ場池、漁港、 港湾泊地、競艇場、水産場 など	ダム湖、湖、調整池、公園池、お堀 など	競艇場、市街地水路、古墳水路、池、 運河、養殖場、溜池 など
単価	約3,500円/kg	約1,000円/kg	約7,000円/1袋 (1kg)
改善が見込める項目*	<b>TOC、強熱減量、全硫化物、ORP、 臭気、透明度</b>	<b>全硫化物、硫化水素</b>	<b>TOC、強熱減量、全硫化物、ORP、 臭気</b>
備考	過剰散布により全窒素が高くなる可能性あり	散布直後一時的に底層付近のpHが上昇する可能性あり	—

※全硫化物に含まれる硫黄化合物 (H<sub>2</sub>S、HS<sup>-</sup>、FeSなど)、全硫化物に含まれない硫黄化合物 (S、SO<sub>4</sub><sup>-</sup>、FeS<sub>2</sub>など)

# 室内実験概要

### 目的

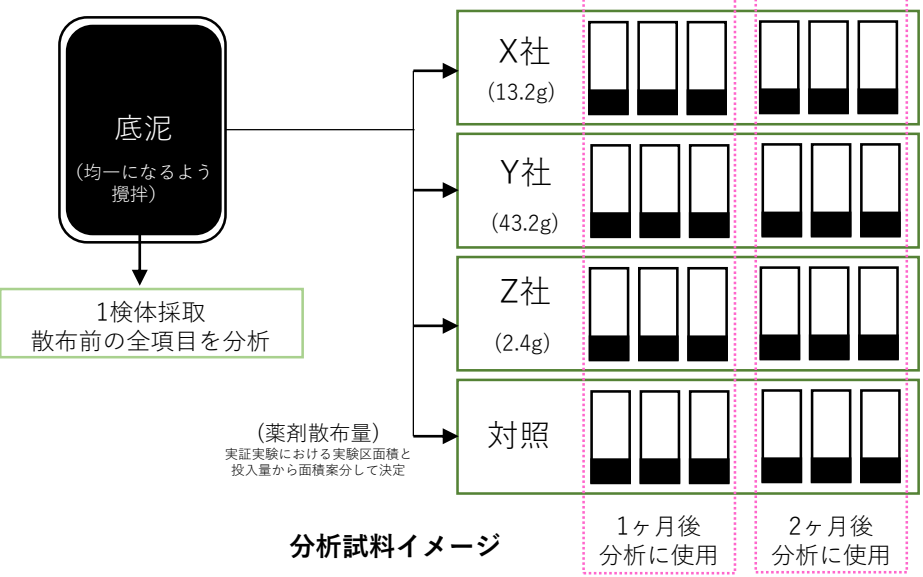
- ・ 同じ環境における薬剤等の効果を検証する。
- ・ 平野川の底泥・河川水を入れた水槽により実験を行う。

### 調査期間

- ・ 令和2年8月31日から10月30日まで

### 調査項目

- ・ 観察項目  
気泡や浮遊物の有無、底泥の色相（表面及び側面）、厚さなどの変化概ね週1回、写真撮影、記録。
- ・ 分析項目（散布前、1か月後、2か月後）  
採取層(0~5cm)、採泥分析（TOC、全硫化物）  
同じタイミングで水温・泥温を測定する。



### ■ 薬剤由来のTOCについて

	薬剤に含まれるTOC量	室内実験における薬剤由来のTOC量
X社	130mg/g	5.0mg/g※1
Y社	3.7mg/g(顆粒) 0.7mg/g(粉状)	0.2mg/g※2
Z社	<0.1mg/g	ゼロ

※1：錠剤は残留していたが、その成分が不明のため、炭素を含有している成分は全量溶解しているとみなした。  
※2：残留薬剤を取り除くことができないため、炭素を含有している成分は全量溶解しているとみなした。

### 室内実験設置状況

図 室内実験中の実験室温度

写真撮影風景

- ・ 地下室で実施
- ・ 通常は消灯、カバーをかぶせている。
- ・ 室温調整なし

### セッティング手順

- 1: 猪飼野新橋周辺で底泥及び河川水(表層水)を採取し密閉容器で分析室まで運搬。(8/25)
- 2: 実験室に持ち帰った底泥をふるい(φ4.75mm)にかけ、ゴミを取り除く。(～8/28)  
・ 作業中以外は試料を密閉して冷蔵庫で保管。
- 3: 散布前試料のORP、pH、泥温の計測及びTOC、全硫化物の分析用試料を分取。(8/28)
- 4: 底泥を水槽の10cm相当の高さになる量(約1,600g)まで各水槽に入れる。(8/28)
- 5: 河川水を静かに水槽の最上部まで注入し、ラップで上部を覆う。(8/28)
- 6: 水槽のセッティング終了。(8/28)
- 7: 底泥の巻き上がりが収まったことを確認後、薬剤を散布して実験開始。(8/31)

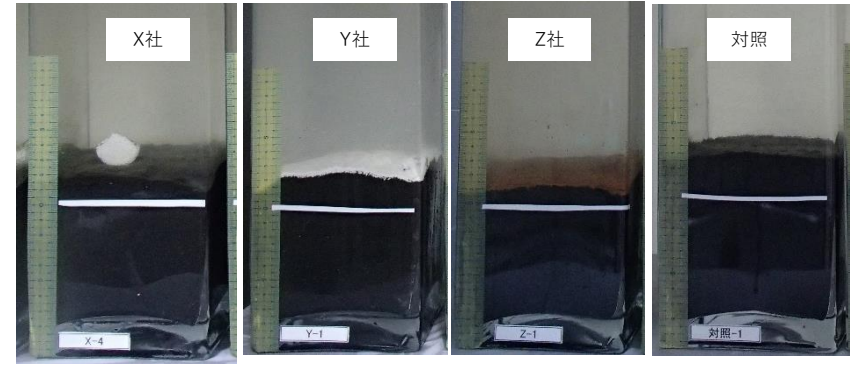
※薬剤の散布量は、実証実験における実験区面積と投入量から面積案分して決定。

### 水槽の状況

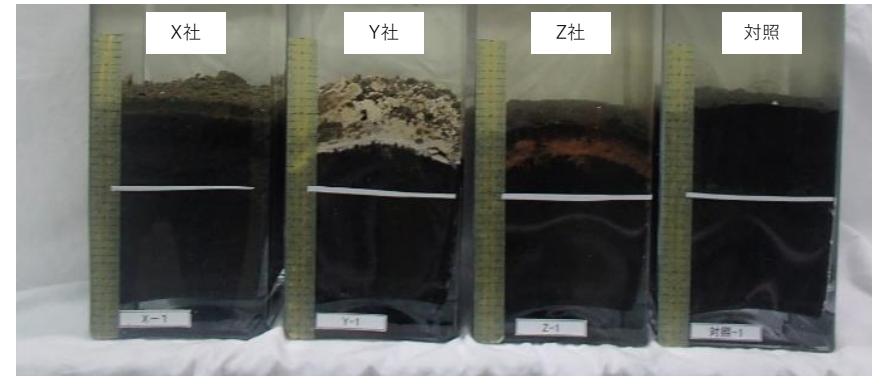
試験区分ラベル

## 室内実験観察結果

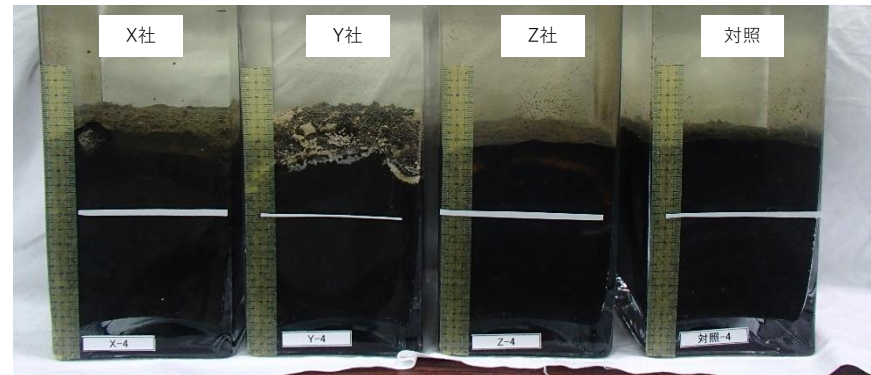
	X	Y	Z	対照
平均隆起高さ	3.1cm (1か月後) 3.0cm (2か月後)	3.4cm (1か月後) 2.5cm (2か月後)	3.1cm (1か月後) 2.6cm (2か月後)	3.2cm (1か月後) 2.5cm (2か月後)
底泥の特徴	当初黒色であった底泥が、上部が黄色味を帯びた色に変化、下部に向かってグラデーションを生じている。	底泥の黒色に対して、表層の白色部分は薬剤。上部は薬剤層と再堆積した底泥との混合。表層より数cmの部分は下層より若干黒色が薄い。	底泥の黒色に対してオレンジ部分は薬剤由来の着色。上部は再堆積したもの。表層より数cmの部分は下層より若干黒色が薄い。	当初の黒色のまま色味に変化なし。
直上水の特徴	灰黄色濁りあり (1か月後) 濁りなし (2か月後)	灰黄色濁りなし	灰黄色濁りなし	灰黄色濁りあり (1か月後) 濁りなし (2か月後)
その他	全水槽で実験中、底泥内に気泡が発生。気泡が浮上する際に底泥を巻き込んで底泥も一緒に水槽上部に浮上、その後再び沈降して表層に再堆積している。			



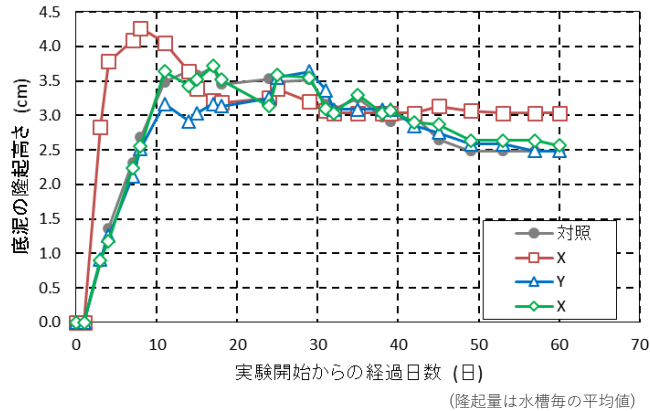
実験開始時 (8/31) の水槽



1か月後 (10/1) の水槽



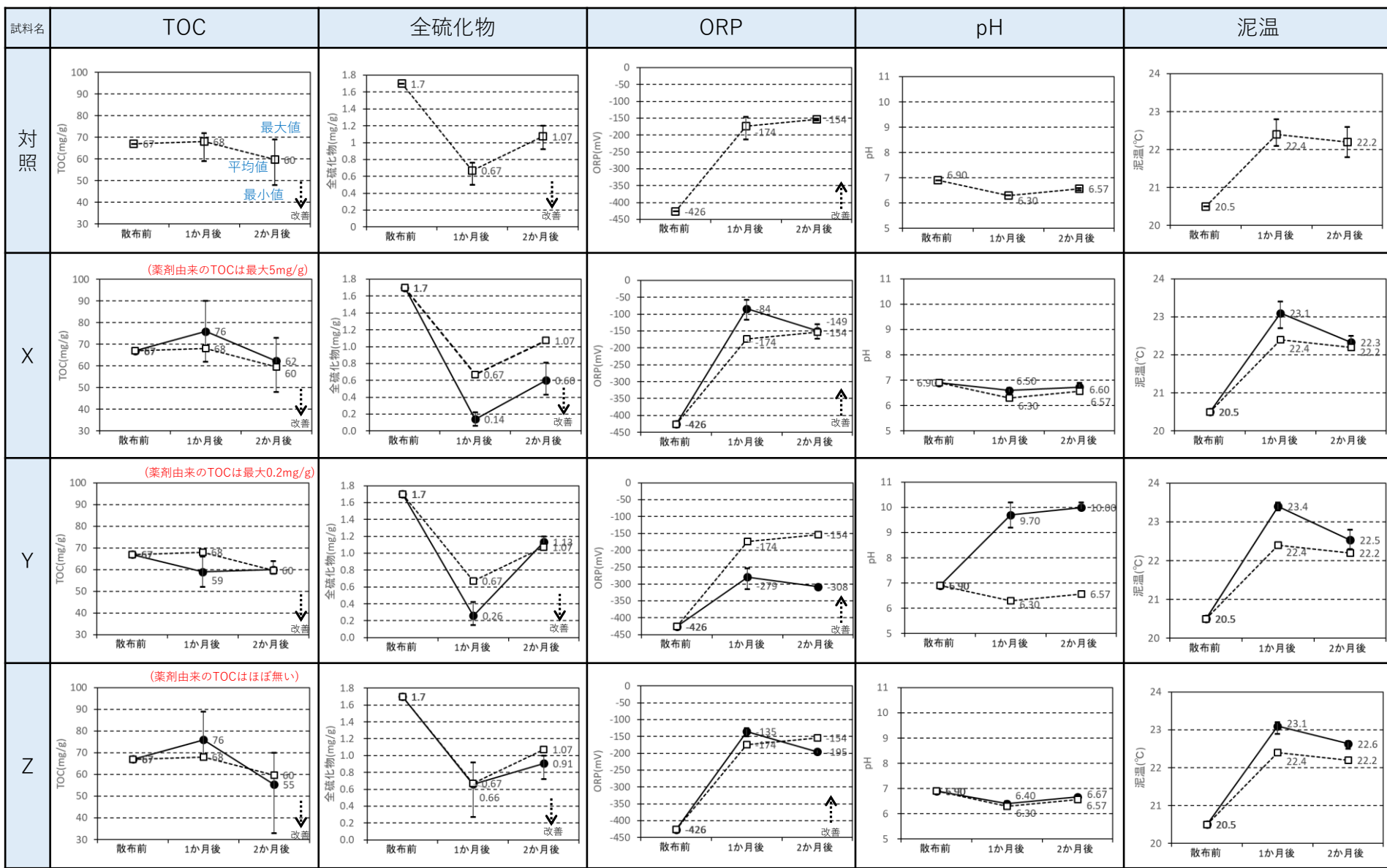
2か月後 (10/30) の水槽



底泥の隆起の推移



## 室内実験 底質分析結果



凡例：● 実験区 □ 対照区

## 室内実験 実験結果の概要

	観察結果		底質分析結果			
	実験開始時のガスの発生、 底質の盛り上がり	底泥の色調の変化	TOC	全硫化物	ORP	pH
対照区	<ul style="list-style-type: none"> <li>最初の10日間に底質の盛り上がりが確認された。</li> <li>底泥からガスの発生が確認された。</li> <li>最初の10日間を過ぎると、底質の盛り上がりには大きな変化はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>底泥は黒色であった。</li> <li>実験期間中、色調に変化はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定値の変動は、データのバラツキの範囲内と思われる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験開始から、1か月後には低下していた。</li> <li>2か月後には上昇に転じている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験開始時の-426 mVから1か月後には-174mVまで上昇。</li> <li>2か月後は1か月後と横ばいであった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>横ばい傾向であった。</li> </ul>
X	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と状況に相違はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>上部が黄色味を帯びた色に変化、下部に向かってグラデーションを生じている。</b></li> <li>散布前のORPの値及び上記事実から、硫化鉄が酸化された可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> <li><b>1か月後、2か月後ともに対照区より値が低い。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> <li><b>1か月後は対照区より値が高い。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> </ul>
Y	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と状況に相違はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>表層は、薬剤層と再堆積した底泥が混合していた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> <li><b>1か月後は対照区より値が低い。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> <li>1か月後、2か月後ともに対照区より値が低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>増加傾向であり、1か月後、2か月後ともに<b>目標値である8を上回った。</b></li> </ul>
Z	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と状況に相違はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>表層は下層より若干黒色が薄い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2か月後に低下傾向が見られるが、試料のバラツキも大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示しており、測定値もほぼ同じであった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示しており、測定値もほぼ同じであった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対照区と同様の变化傾向を示している。</li> </ul>

※水槽のセッティングの際に試料が空気に触れたことにより酸素が供給された可能性がある。

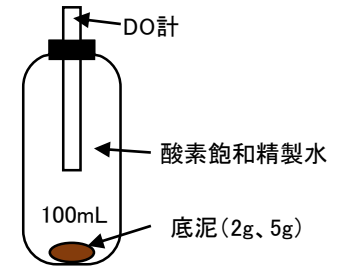
## 酸素消費試験

目的：水中の酸素消費量から底泥の状態を確認する  
 採取区画：実証実験3区画（X実験区、Y実験区、Z実験区）  
 採取時期：2回（薬剤散布前、2か月後）  
 採取場所：上層(0-5cm層)  
 底泥量※：2ケース(2g、5g)

※1gについては散布前の試験でほぼ変化しなかった。

水量：100cc

実験方法：底泥と酸素飽和精製水を密閉し、振とうしながらDO計で酸素濃度を15秒毎に計測  
 温度：室温（概ね23℃程度）



### 【分析結果（5g）】

#### ○薬剤散布前

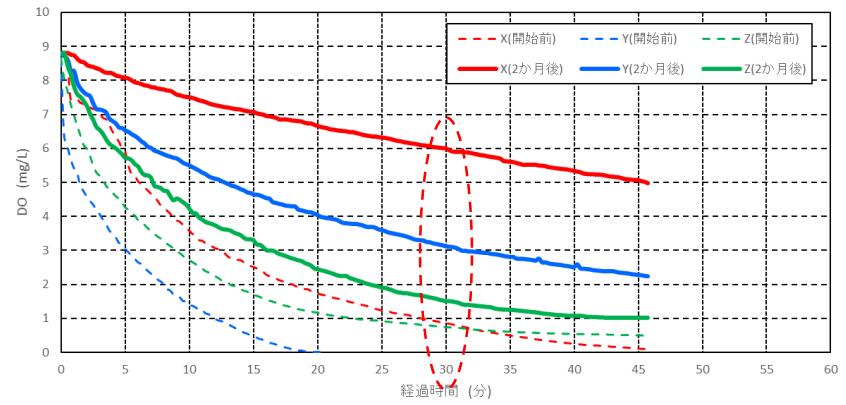
3 実験区とも実験開始時の酸素濃度は 9 mg/L程度であったが、振とう開始後、30分程度で1mg/L以下にまで低下した。

#### ○2 か月後

3 実験区とも酸素消費量は、散布前よりも減少し、30分後で全て1mg/L以上あった。

また、X社の実験区は他の実験区に比べ酸素消費量が小さく、30分後の酸素濃度は6mg/Lであった。

酸素消費試験結果(5g)

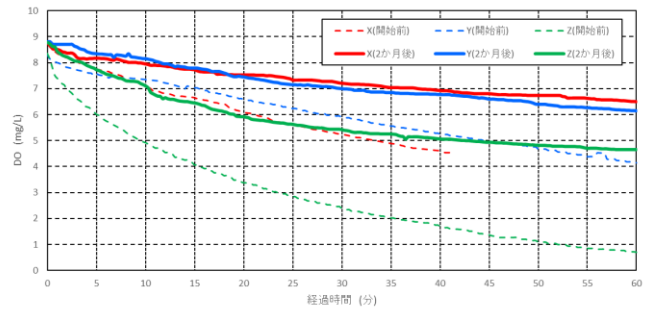


### 【分析結果からの考察】

- ・短時間で酸素が消費されていることから、底泥中に含まれる還元状態の鉄やマンガンが水中の酸素を消費したものと推定される。
- ・2 か月後に酸素消費量が減少したことから、底泥の還元状態が変化した可能性が考えられる。

### 参考

酸素消費試験結果(2g)

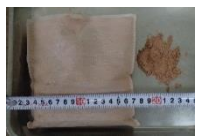


## 目的

- 平野川における薬剤等の散布による底質改善の効果を検証する。
- 平野川に直接、X社、Y社、Z社の薬剤等を散布し効果を検証する。

## 調査期間

- 令和2年8月25日から11月26日まで

実験に使用した薬剤等の概要		散布状況 令和2年8月26日 散布
外観と主成分	改善メカニズム 効果発現時期	
<p>X</p>  <p>硝酸カルシウム 比重：1.7</p>	<p>・硝酸イオン →酸化剤としての役割 →脱窒菌活性向上</p> <p>・カルシウムイオン →吸着剤の役割、 富栄養化抑制</p> <p>1週間～1か月程度</p>	<p>船舶から目印を参考に散布</p>  <p>・薬剤投入後、速やかに沈降した 散布量：18kg/20m<sup>2</sup></p>
<p>Y</p>  <p>水酸化マグネシウム 比重：2.36</p>  <p>酸化マグネシウム 比重：3.58</p>	<p>底泥表層(2cm程度)を pH8.0以上のアルカリ性に 保つ</p> <p>→硫酸還元菌増殖抑制 →好気性バクテリア 活性</p> <p>即効</p>	<p>船舶から目印を参考に散布</p>  <p>・10分程度で河川水の透明度が上昇 ・10m程度下流まで薬剤が流れた 散布量：30kgずつ、計60kg/20m<sup>2</sup></p>
<p>Z</p>  <p>硫黄細菌・脱窒菌</p>	<p>・硫黄光合成細菌 →硫化物・硫化水素の 分解</p> <p>・脱窒菌 →窒素を気化・減少</p> <p>2週間程度</p>	<p>実験区の上流約5m地点に投入</p>  <p>・水中に入った後、不織布より茶色の 浮遊物がわずかにみられた。 散布量：1袋(1kg)/20m<sup>2</sup></p>

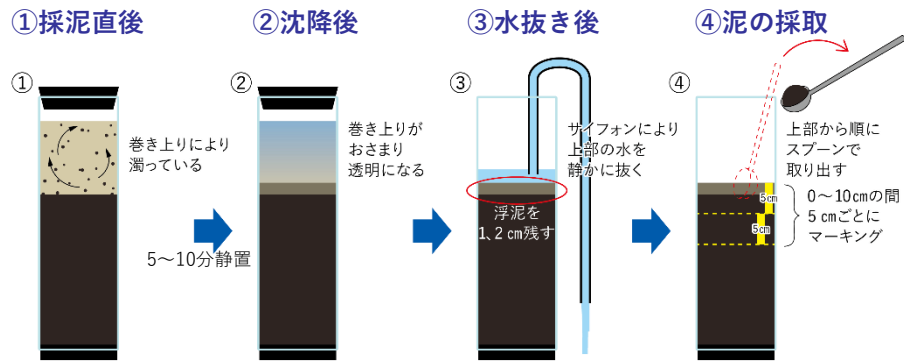
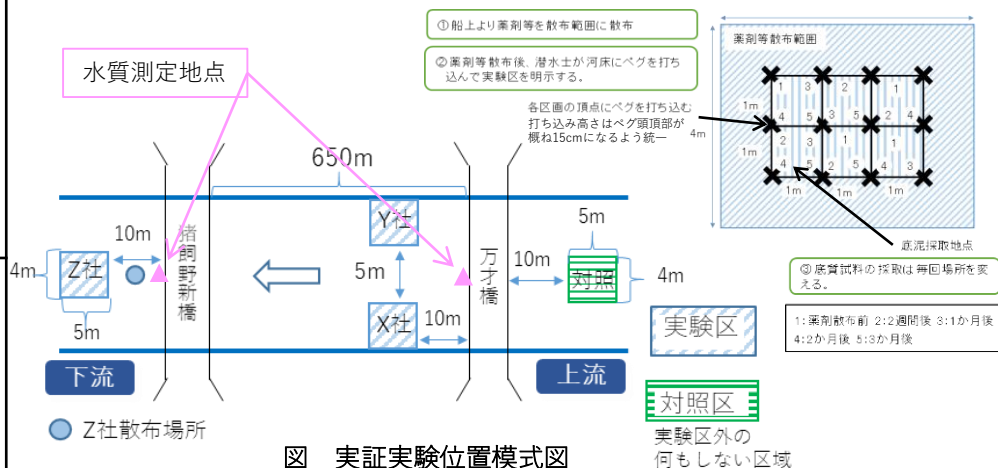
※改善メカニズムと効果発現時期については、各社公募資料より抜粋

## 調査項目

- 底質 (薬剤等による改善効果を検証)  
現場観測> ORP, 臭気, 土質(目視), 薬剤の残存状態  
採泥分析> COD, TOC, 強熱減量, 全硫化物, 細菌叢(遺伝子解析), 酸素消費試験  
採取層> 上層(0-5cm)、下層(5-10cm)
- 水質 (実証実験を行った際の平野川の状況を把握)  
現場観測> 水深, 水温, DO, pH, ORP

## 試料採取・水質測定回数

- 底質・水質(5回) ①薬剤散布前, ②散布後2週間後, ③1か月後, ④2か月後, ⑤3か月後
- 菌叢 (2回) ①薬剤散布前(実験区・対照区) ②2か月後(実験区のみ)
- 酸素消費 (2回) ①薬剤散布前(実験区) ②2か月後(実験区のみ)



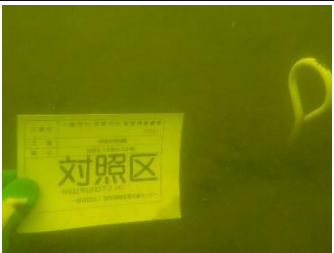
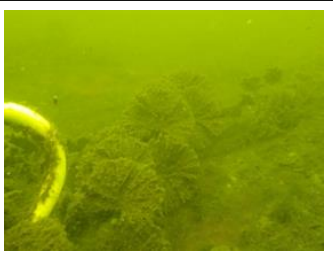



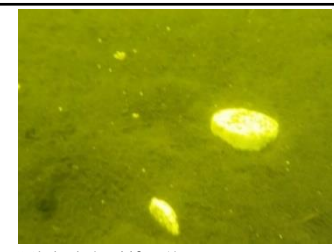
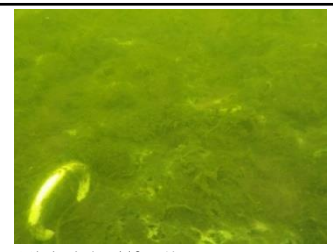

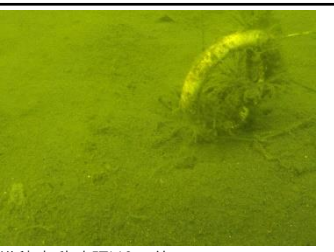

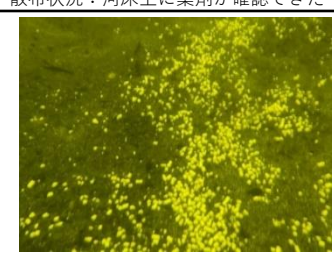
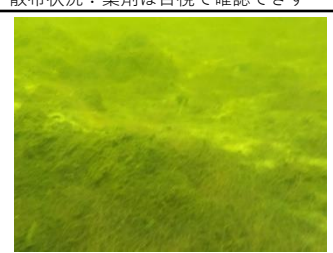
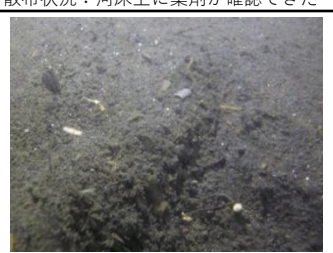

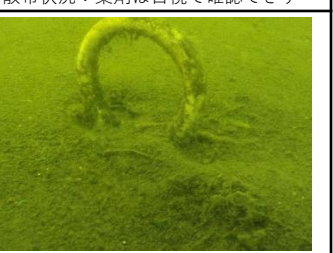
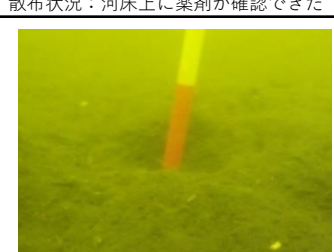
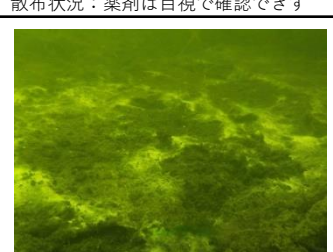



薬剤散布前～1か月後まで：3本分を混合して1検体とした。  
2か月後～3か月後まで：3検体/3本+混合の計4検体とした。

図 コアからのサンプル採取方法





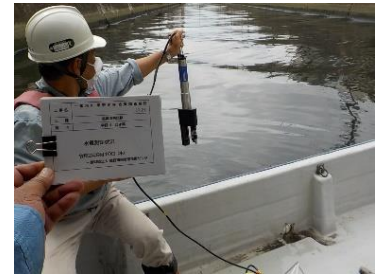
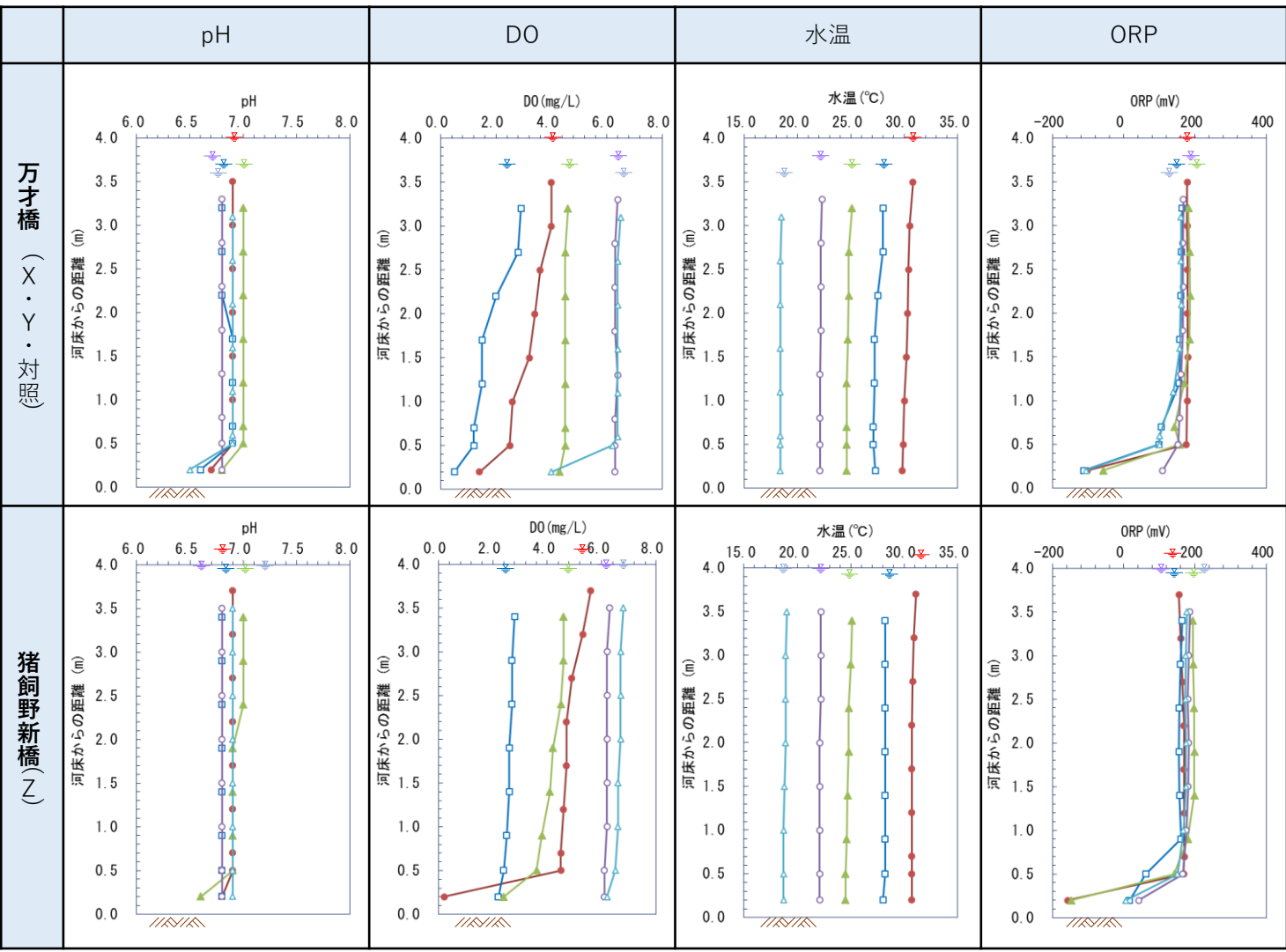
## 実験期間中の河床の状況

撮影時期	散布直後 8/27	散布後2週間 9/10	散布後1か月※1 9/29	散布後2か月 10/29	散布後3か月 11/26
対照 万才橋	 堆積変動確認※2：約14cm	 堆積変動確認※2：約5cm	 堆積変動確認※2：約7cm	 堆積変動確認※2：約5cm	 堆積変動確認※2：約5cm
X 万才橋	 堆積変動確認※2：約15cm 散布状況：河床上に薬剤が確認できた	 堆積変動確認※2：約6cm 散布状況：薬剤は目視で確認できず	 堆積変動確認※2：－ 散布状況：河床上に薬剤が確認できた	 堆積変動確認※2：約5cm 散布状況：薬剤は採泥試料(5-10cm層)にあり	 堆積変動確認※2：約4cm 散布状況：薬剤は目視で確認できず
Y 万才橋	 堆積変動確認※2：約15cm 散布状況：河床上に薬剤が確認できた	 堆積変動確認※2：約3cm 散布状況：薬剤は目視で確認できず	 堆積変動確認※2：－ 散布状況：薬剤は目視で確認できず	 堆積変動確認※2：約6cm 散布状況：薬剤は目視で確認できず	 堆積変動確認※2：約4cm 散布状況：薬剤は目視で確認できず
Z 猪飼野新橋	 堆積変動確認※2：約15cm	 堆積変動確認※2：約4cm	 堆積変動確認※2：－	 堆積変動確認※2：約12cm	 堆積変動確認※2：約15cm

※1：散布後1か月(9/29)撮影ではフラッシュを使用しているため色味が異なっている。

※2：ベグ頂部から河床までの距離(同じ位置のベグではない)

## 水質測定結果 (地点別)



水質測定状況

多項目水質計を船上から垂下し、測定をする。測定項目結果、水深は機械内部のメモリーに記録される。

※塩分は、0.1~0.2

凡例		
薬剤散布前	8/25	● (Red Circle)
2週間後	9/10	□ (Blue Square)
1か月後	9/29	▲ (Green Triangle)
2か月後	10/29	○ (Purple Circle)
3か月後	11/26	△ (Light Blue Triangle)



## 実験期間中の環境特性の総括

### ■河床の変動

#### 当初の2週間後まで

- ・実験開始時に比べ、2週間後には全区画で河床が上昇（堆積）していると推定される。

#### その後の経過

##### (万才橋)

対照区：実験期間中、河床高に大きな変化はなかった。

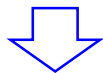
X区：実験期間中、河床高に大きな変化はなかった。

2か月後にも散布薬剤（錠剤）が確認されており、薬剤散布層ごと大きく流亡することはなかった。

Y区：実験期間中、河床高に大きな変化はなかった。

##### (猪飼野新橋)

Z区：2か月後、3か月後は開始前に近い河床高であった。



- ◆河床では、降雨などにより堆積・浸食が生じている。
- ◆堆積・浸食の状況は地点によって異なる。
- ◆河床の底質環境も堆積・浸食の影響（有機物や硫黄分の増減）を受けている。

### ■水質の変動

水温：季節変動により当初30℃あったものが18℃まで低下した。

直上水※1と河川水※2に差は見られなかった。

pH：季節変動はみられない。

直上水※1は、河川水※2より若干減少傾向にあり、河床の影響を受けていると推定される。

DO：河川水※2及び直上水※1ともに、季節変動（水温低下）により増加傾向にある。

直上水※1は、河川水※2より若干低下傾向にあり、河床の影響を受けていると推定される。

ORP：河川水※2は+160mV前後でほぼ一定であった。

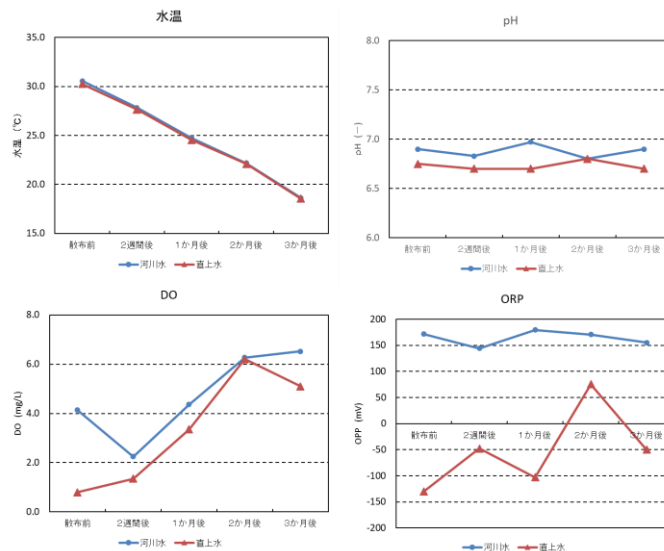
直上水※1は河川水※1より大幅な低下傾向にあり、河床の影響を受けていると推定される。また、バラツキはあるもののDOと同様の变化傾向を示している。

※1 直上水：河床の20cm上の地点の水質データ

※2 河川水：直上水を除く鉛直方向の水質データの平均値



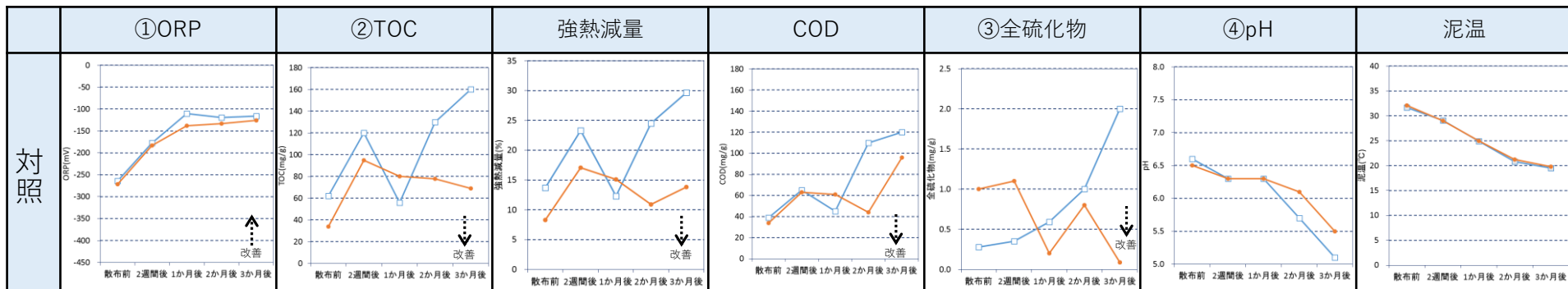
河川水及び直上水は季節変動により変化している。加えて、直上水は河床の影響を受けていると推定される。



河川水：河床の20cm上の地点の水質データ(万才橋と猪飼野新橋の平均値)  
直上水：直上水を除く鉛直方向の水質データの平均値(同上)

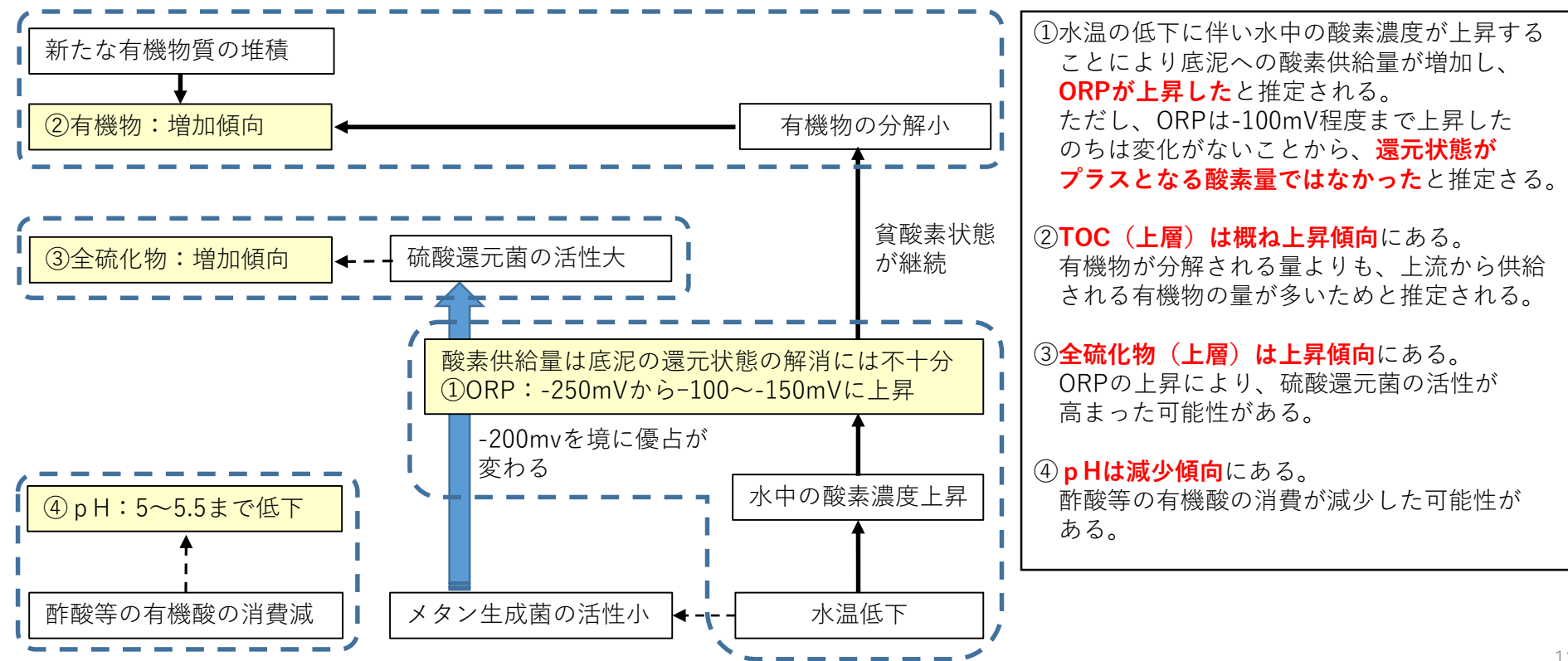
図 実証実験期間中の水質の推移

## 底質分析結果 (対照区)



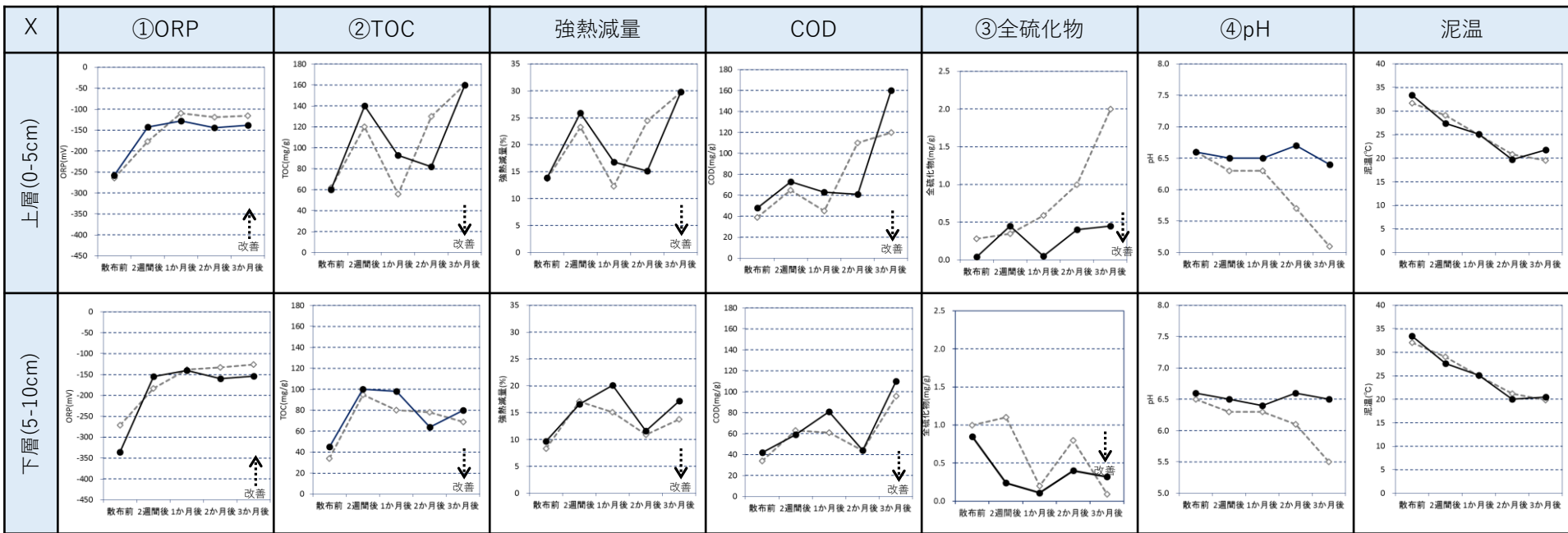
凡例：□ 上層(0-5cm) ○ 下層(5-10cm)

【実験期間中（8月下旬～11月下旬）に推定される平野川の状況】

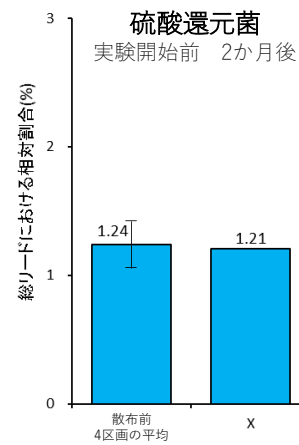
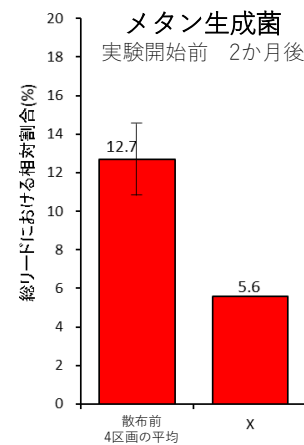




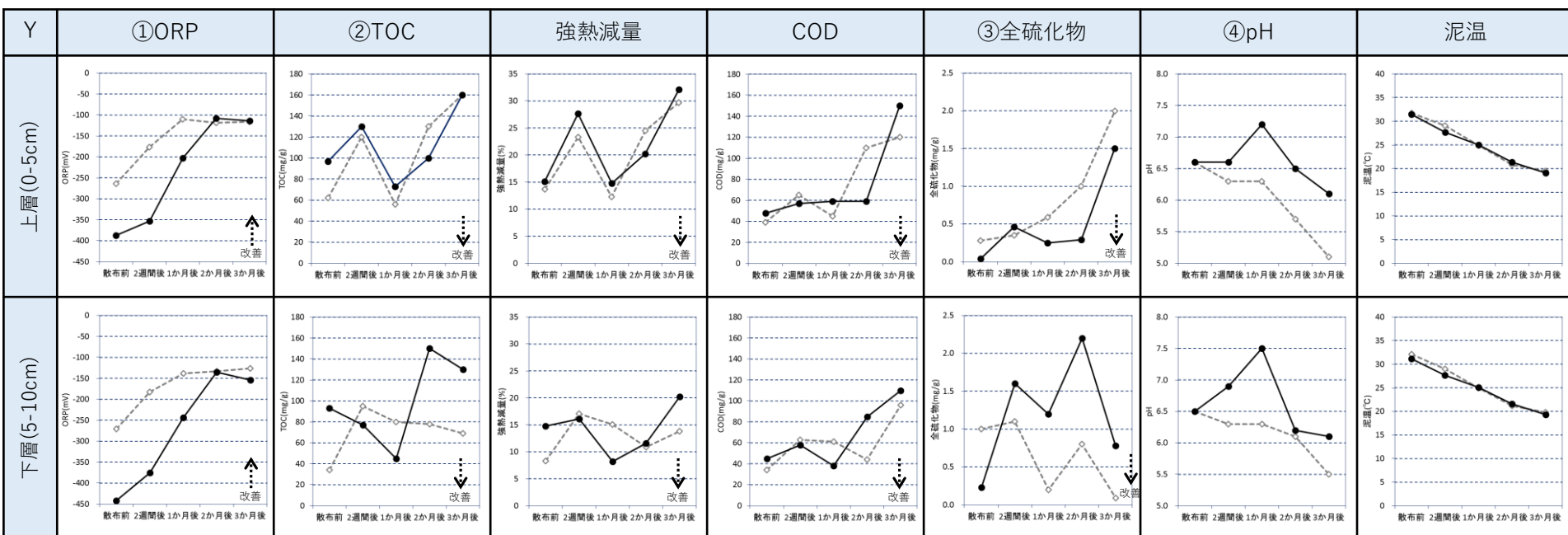
## 底質分析結果 (X実験区と対照区)



- ①ORPは、対照区と同様の変動傾向を示している。
- ②TOCは、上層・下層とも概ね対照区と同様の変動傾向を示している。
- ③全硫化物（上層）は、対照区の増加傾向に対して、概ね横ばい傾向であった。  
全硫化物（下層）は、対照区よりも概ね低い値であった。
- ④pHは、対照区において減少傾向にあるが、実験区では概ね横ばいである。
- ⑤メタン生成菌は、散布前と比べて減少している。  
硫酸還元菌は、横ばいであった。



## 底質分析結果 (Y実験区と対照区)



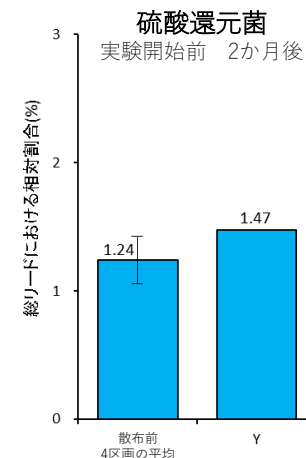
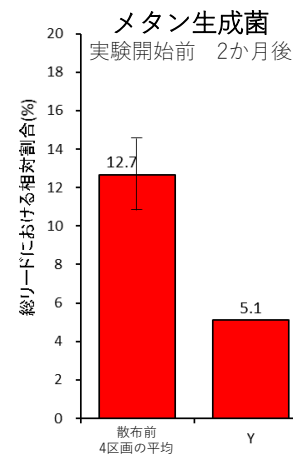
①ORPは、散布前の値は対照区より低いものの、対照区と同様に上昇傾向を示しており、2か月後はほぼ同じ値となっている。

②TOC (上層) は、概ね対照区と同様の変動傾向を示しており、TOC (下層) は、対照区と異なる変動傾向を示している。

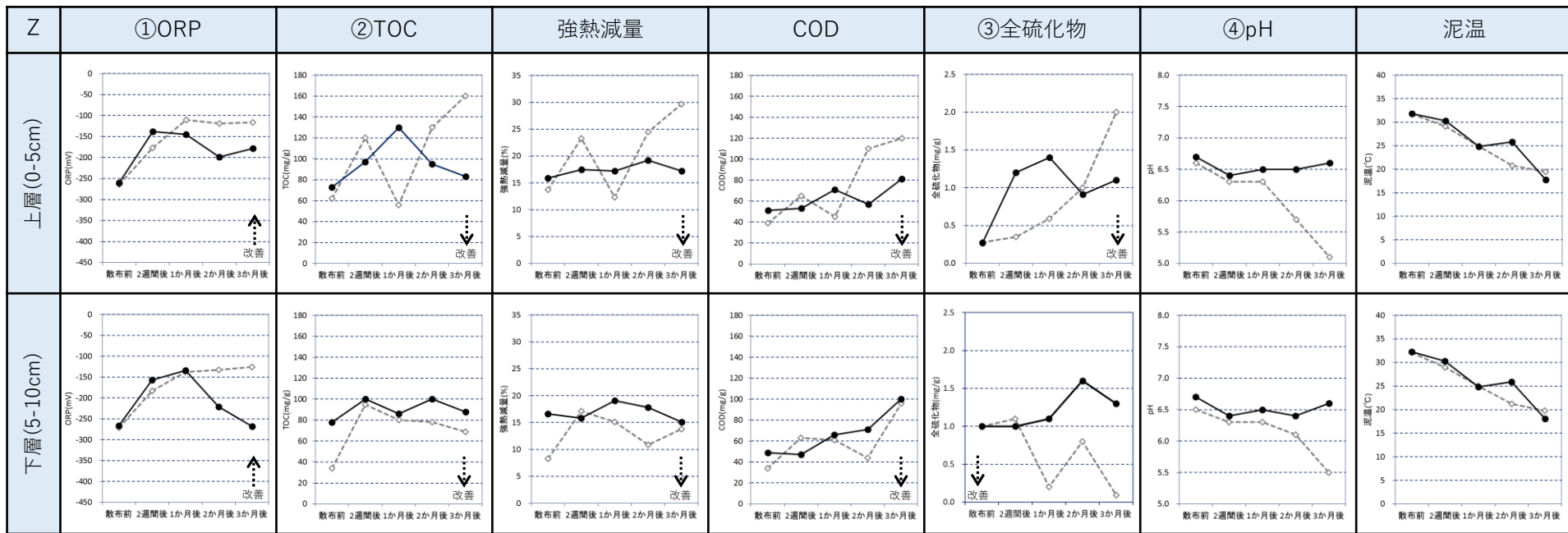
③全硫化物は概ね対照区と同様の変動傾向を示しており、上層は対照区より低く、下層は対照区より高い値であった。

④pHは、1か月後にpH7.5程度まで増加しているが目標値であるpH8には達しなかった。1か月以降は減少傾向にある。

⑤メタン生成菌は、散布前と比べて減少している。硫酸還元菌は、横ばいであった。



## 底質分析結果 (Z実験区と対照区)



①ORPは、1か月後まで対照区と同様に上昇傾向にあり、以降は減少傾向を示している。

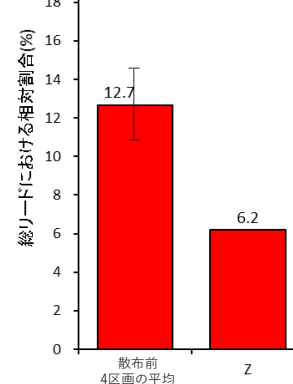
②TOC(上層)は、1か月後まで上昇し、以降は減少傾向を示している。  
TOC(下層)は、対照区と概ね同じ変動傾向を示している。

③全硫化物(上層)は、1か月後まで上昇し、以降は減少傾向を示している。  
全硫化物(下層)は、概ね上昇傾向を示している。

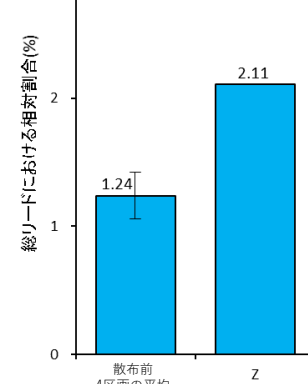
④pHは、対照区において減少傾向にあるが、実験区では概ね横ばいである。

⑤メタン生成菌は、散布前と比べて減少している。  
硫酸還元菌は、散布前と比べて増加している。

メタン生成菌  
実験開始前 2か月後



硫酸還元菌  
実験開始前 2か月後



## 検証方法について

### 評価方法

#### ◆評価指標

評価指標項目	数値の内容
ORP (酸化還元電位)	プラス : 酸化状態 (酸素が十分ある) マイナス : 還元状態 (酸素がなく嫌気状態)
全硫化物*	数値が大きいほど還元状態
TOC (全有機体炭素)	数値が大きいほど有機物が多い

※全硫化物の生成過程について

底泥中の有機物を菌が嫌気分解すると硫化物イオンが生じる。  
底泥中の金属イオンと反応して硫化物が生成する。

評価指標ごとの変化率を算出

各回 (全4回) の変化率から

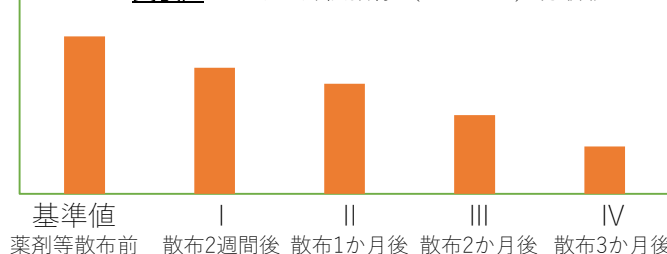
評価項目

- ◎平均変化率
- ◎最大変化率
- ◎即効性
- ◎持続性 など

を評価する

#### 削減率

実験区における評価指標 (TOCなど) 分析値



#### 削減率

$$\text{削減率} = \frac{\text{各実験区の} (\text{基準値} - \text{散布後の分析値})}{\text{各実験区の} \text{基準値}}$$

#### 季節補正

対照区の評価指標の値を考慮して設定

#### 地点補正

実験区における基準値の差を考慮して設定

$$\text{変化率} = \text{削減率} \times \text{季節補正} \times \text{地点補正}$$

### 評価式の設定についての基本的な考え方

- 薬剤等による変化状況を検証するため、薬剤等の散布後の測定結果と散布前もしくは対照区の測定結果との比較により評価する。
- 実験区ごとの初期状態の違いにより、効果の発現が異なる可能性があるため地点補正をかける。
- 測定した日が異なる場合には、薬剤等以外の影響が及んでいる可能性があるため、経時補正 (季節補正) をかける。

## 評価式について

評価対象：TOC、全硫化物

(ORPは変化率になじまないため評価式の対象とはしない)

### 【凡例】

	散布前	2週間後	1か月後
実験区	基準値	測定値	測定値
対照区	対照基準値	対照測定値	対照測定値

実験区の基準値と測定値の比率から**変化率**を算出

$$\text{変化率} = \left[ \frac{(\text{基準値} \times \text{地点補正值}) - (\text{測定値} \times \text{地点補正值} \times \text{経時補正值})}{(\text{基準値} \times \text{地点補正值})} \right] \times 100$$

地点補正值 = 対照基準値 / 基準値

経時補正值 = 対照基準値 / 対照測定値

評価式・補正の考え方

#### 【評価式】

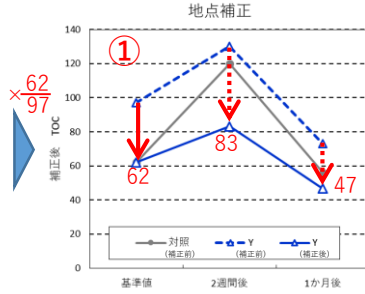
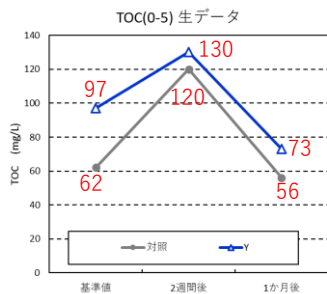
- 『(基準値-測定値)/基準値』を基本とする。
- 基準値及び測定値に地点補正を加味する。
- ②の結果に測定値のみ経時補正を加味する。

#### 【地点補正】

- 実験区の最初の状態が異なるため、対照区の基準値と実験区の基準値の比率により補正する。

#### 【経時補正】

- 底泥の性状は採泥の時期によって異なるため、対照区の結果の違い(対照基準値と対照測定値の違い)が全実験区でも同様に起こっているとみなして補正する。

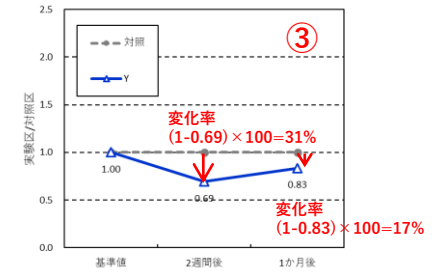
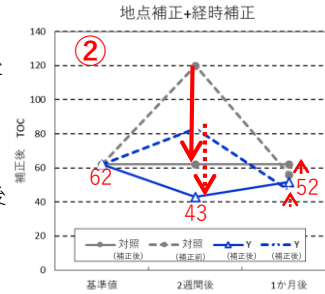


2週間後

$$\times \frac{62}{120}$$

1か月後

$$\times \frac{62}{56}$$

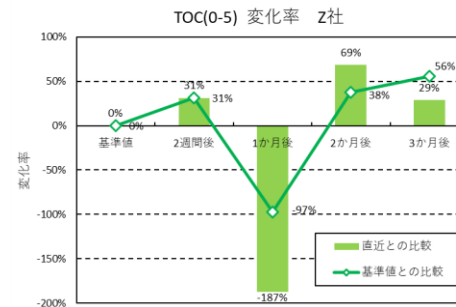
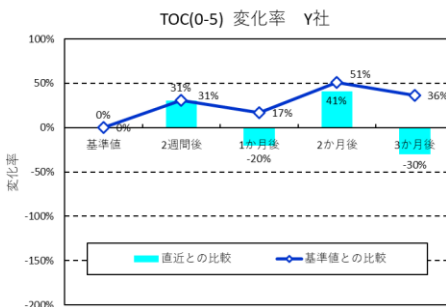
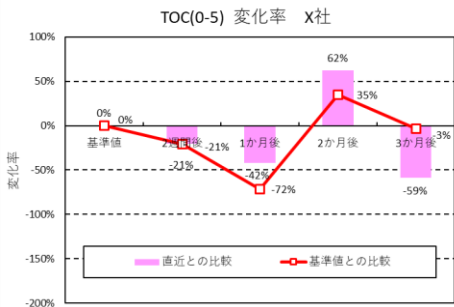


### 評価式の考え方 模式図

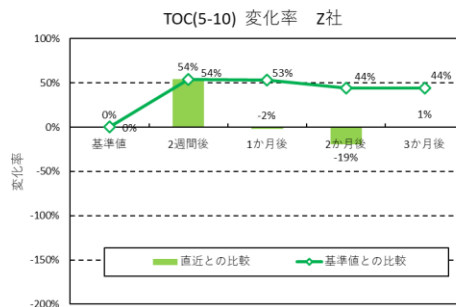
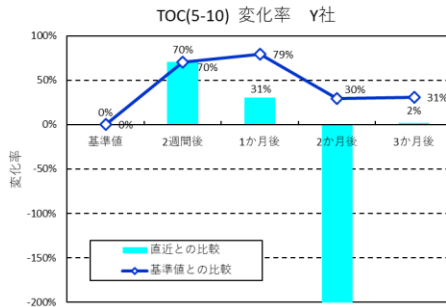
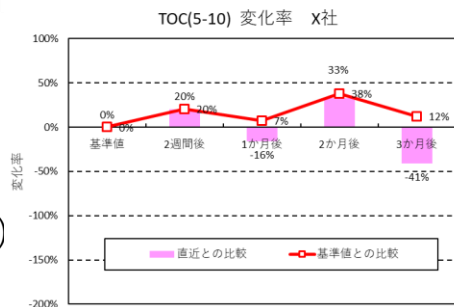


## TOCの変化率

上層  
(0-5cm)



下層  
(5-10cm)



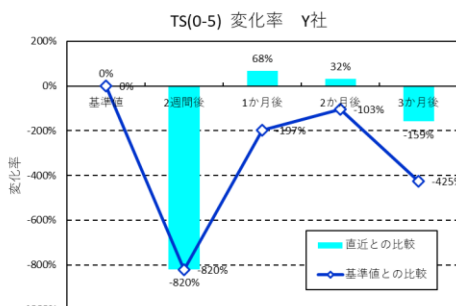
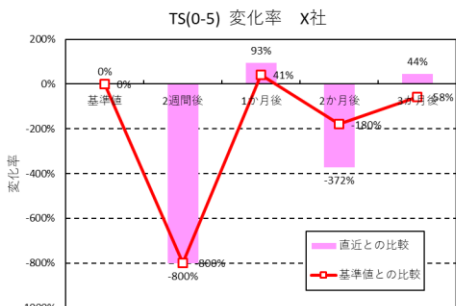
	X社	Y社	Z社
上層	基準値と比較して1期+傾向であった 直近と比較して1期+傾向であった	基準値と比較して全て+傾向であった 直近と比較して2期+傾向であった	基準値と比較して3期+傾向であった 直近と比較して3期+傾向であった
下層	基準値と比較して全て+傾向であった 直近と比較して2期+傾向であった	基準値と比較して全て+傾向であった 直近と比較して2期+傾向であった	基準値と比較して全て+傾向であった 直近と比較して1期+傾向であった
ORP	概ね上昇傾向にあるものの、酸化状態の目安となる+値には至っていない		1か月後まで上昇し、以降減少傾向である

注1) +傾向：基準値と比べてTOCの値が下がっている場合をプラスとしている。

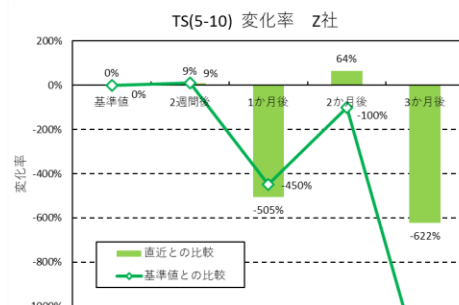
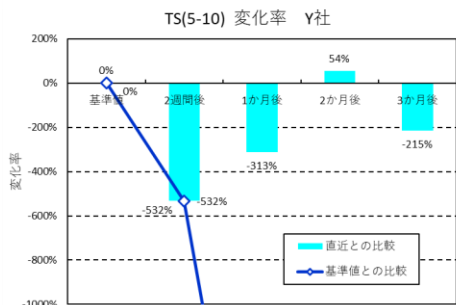
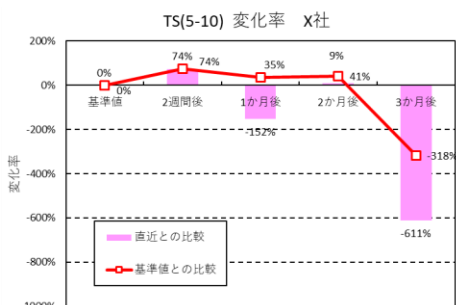
注2) 1～4期：薬剤散布後のTOCの値がプラス傾向となっている回数

## 全硫化物の変化率

上層  
(0-5cm)



下層  
(5-10cm)



	X社	Y社	Z社
上層	基準値と比較して1期+傾向であった 直近と比較して2期+傾向であった	基準値と比較して全て-傾向であった 直近と比較して2期+傾向であった	基準値と比較して1期+傾向であった 直近と比較して3期+傾向であった
下層	<b>基準値と比較して3期+傾向であった</b> 直近と比較して1期+傾向であった	基準値と比較して全て-傾向であった 直近と比較して1期+傾向であった	基準値と比較して概ね-傾向であった 直近と比較して1期+傾向であった
ORP	概ね上昇傾向にあるものの、還元状態の目安となる+値には至っていない		1か月後まで上昇し、以降減少傾向である

注1) +傾向：基準値と比べて全硫化物の値が下がっている場合をプラスとしている。

-傾向：基準値と比べて全硫化物の値が上がっている場合をマイナスとしている。

注2) 1～4期：薬剤散布後の全硫化物の値がプラス（マイナス）傾向となっている回数

	全般事項	X社	Y社	Z社
平野川の状況及び改善メカニズム	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験期間中ORPは-100mV以下であり、一定割合のメタン生成菌が確認されるなど、<b>平野川の底質は還元状態が相当進行していると推定される。</b></li> <li>直上水は河床の影響を受け、DO、ORP及びpHは低い値であった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硝酸イオンの増加</li> <li>→酸化物質濃度の増加 &gt; <b>ORPの増加</b></li> <li>→硫化物の酸化 &gt; <b>全硫化物の削減</b></li> <li>→脱窒菌の活性向上 &gt; <b>TOCの削減</b></li> <li>カルシウムイオンの増加</li> <li>→硫酸イオンの固定</li> <li>→硫酸還元菌活性抑制 &gt; <b>硫化水素の発生抑制</b></li> </ul>	底泥表層(2cm程度)をpH8.0以上に保つ →硫酸還元菌増殖抑制 > <b>硫化水素の発生抑制</b> →好気性細菌活性化 > <b>TOCの削減</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硫黄光合成細菌の投入</li> <li>→硫化水素の分解 &gt; <b>全硫化物の削減</b></li> <li>脱窒菌の投入 &gt; <b>TOCの削減</b></li> </ul>
室内実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉鎖系の実験であるため、底泥の堆積や流出は起こらない。</li> <li>実験の準備段階で酸素が混入している可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>底泥上部が黄色味を帯びた色に変化、下部に向かってグラデーションを生じていた。</li> <li><b>[TOC]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。<b>1か月後、2か月後ともに対照区より値が低かった。</b></li> <li><b>[ORP]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。<b>1か月後は対照区より値が高かった。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>表層は、薬剤層と再堆積した底泥が混合していた。</li> <li><b>[TOC]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。<b>1か月後は対照区より値が低かった。</b></li> <li><b>[ORP]</b> 対照区と同様の变化傾向を示していた。1か月後、2か月後ともに対照区より値が低かった。</li> <li><b>[pH]</b> 増加傾向であり、1か月後、2か月後ともに<b>目標値である8を上回った。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>表層は下層より若干黒色が薄い。</li> <li><b>[TOC]</b> 2か月後に減少傾向が見られるが、試料のバラツキも大きかった。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 対照区と同様の变化傾向を示しており、測定値もほぼ同じであった。</li> <li><b>[ORP]</b> 対照区と同様の变化傾向を示しており、測定値もほぼ同じであった。</li> </ul>
実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験期間中に底泥の堆積や流出が起こったと推定される。</li> <li>水温の季節変動などが底質に影響を与えている可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[ORP]</b> 対照区と同様の変動傾向を示していた。</li> <li><b>[TOC]</b> 上層・下層とも概ね対照区と同様の変動傾向を示していた。</li> <li><b>[全硫化物]</b> <b>全硫化物(上層)は、対照区の増加傾向に対して、概ね横ばい傾向であった。全硫化物(下層)は、対照区よりも概ね低い値であった。</b></li> <li><b>[pH]</b> 対照区において減少傾向にあるが、実験区では概ね横ばいであった。</li> <li><b>[菌叢]</b> メタン生成菌は、散布前と比べて低下していた。硫酸還元菌は、横ばいであった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[ORP]</b> <b>散布前の値は対照区より低いものの、対照区と同様に上昇傾向を示しており、2か月後はほぼ同じ値であった。</b></li> <li><b>[TOC]</b> 上層は、概ね対照区と同様の変動傾向を示し、下層は、対照区と異なる変動傾向であった。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 概ね対照区と同様の変動傾向を示していた。測定値は、上層は概ね対照区より低く、下層は概ね対照区より高かった。</li> <li><b>[pH]</b> 1か月後にpH7.5程度まで増加していたが目標値であるpH8には達しなかった。1か月以降は減少傾向であった。</li> <li><b>[菌叢]</b> メタン生成菌は、散布前と比べて低下していた。硫酸還元菌は、横ばいであった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[ORP]</b> 1か月後まで対照区と同様に上昇傾向にあり、以降減少していた。</li> <li><b>[TOC]</b> <b>上層は、1か月後まで増加し、以降は減少傾向を示していた。下層は、対照区と概ね同じ変動傾向を示していた。</b></li> <li><b>[全硫化物]</b> <b>上層は、1か月後まで増加し、以降は減少傾向を示していた。</b></li> <li>下層は、概ね増加傾向を示していた。</li> <li><b>[pH]</b> 対照区において減少傾向にあるが、実験区では概ね横ばいであった。</li> <li><b>[菌叢]</b> メタン生成菌は、散布前と比べて低下していた。硫酸還元菌は、横ばいであった。</li> </ul>
酸素消費試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>底泥の酸化還元状態の変化について定性的に確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬剤散布前と比べ2か月後の酸素消費量は、<b>減少していた。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬剤散布前と比べ2か月後の酸素消費量は、<b>減少していた。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬剤散布前と比べ2か月後の酸素消費量は、<b>減少していた。</b></li> </ul>
評価式	<ul style="list-style-type: none"> <li>地点補正及び経時補正を行ったうえで、基準値との比較を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[TOC]</b> 上層は基準値と比較して1期+傾向、直近と比較して1期+傾向であった。 下層は基準値と比較して<b>全て+傾向</b>、直近と比較して2期+傾向であった。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 上層は基準値と比較して1期+傾向、直近と比較して2期+傾向であった。 下層は<b>基準値と比較して3期+傾向</b>、直近と比較して1期+傾向であった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[TOC]</b> 上層は<b>基準値と比較して全て+傾向</b>、直近と比較して2期+傾向であった。 下層は<b>基準値と比較して全て+傾向</b>、直近と比較して2期+傾向であった。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 上層は基準値と比較して<b>全て-傾向</b>、直近と比較して2期+傾向であった。 下層は<b>基準値と比較して全て-傾向</b>、直近と比較して1期+傾向であった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>[TOC]</b> 上層は<b>基準値と比較して3期+傾向</b>、直近と比較して3期+傾向であった。 下層は<b>基準値と比較して全て+傾向</b>、直近と比較して1期+傾向であった。</li> <li><b>[全硫化物]</b> 上層は基準値と比較して1期+傾向、直近と比較して3期+傾向であった。 下層は<b>基準値と比較して概ね-傾向</b>、直近と比較して1期+傾向であった。</li> </ul>