

平成25年度実証試験結果について

1. 調査目的と内容

(1) 調査目的

本調査では、三津湾における底質改善剤（熱風乾燥力キ殻※）の効果の把握を目的とした。

(2) 調査内容

本調査では、底質改善剤自体の効果把握のために、実証試験区（図1）を施工し、表1の調査項目を表2の調査日に実施した。

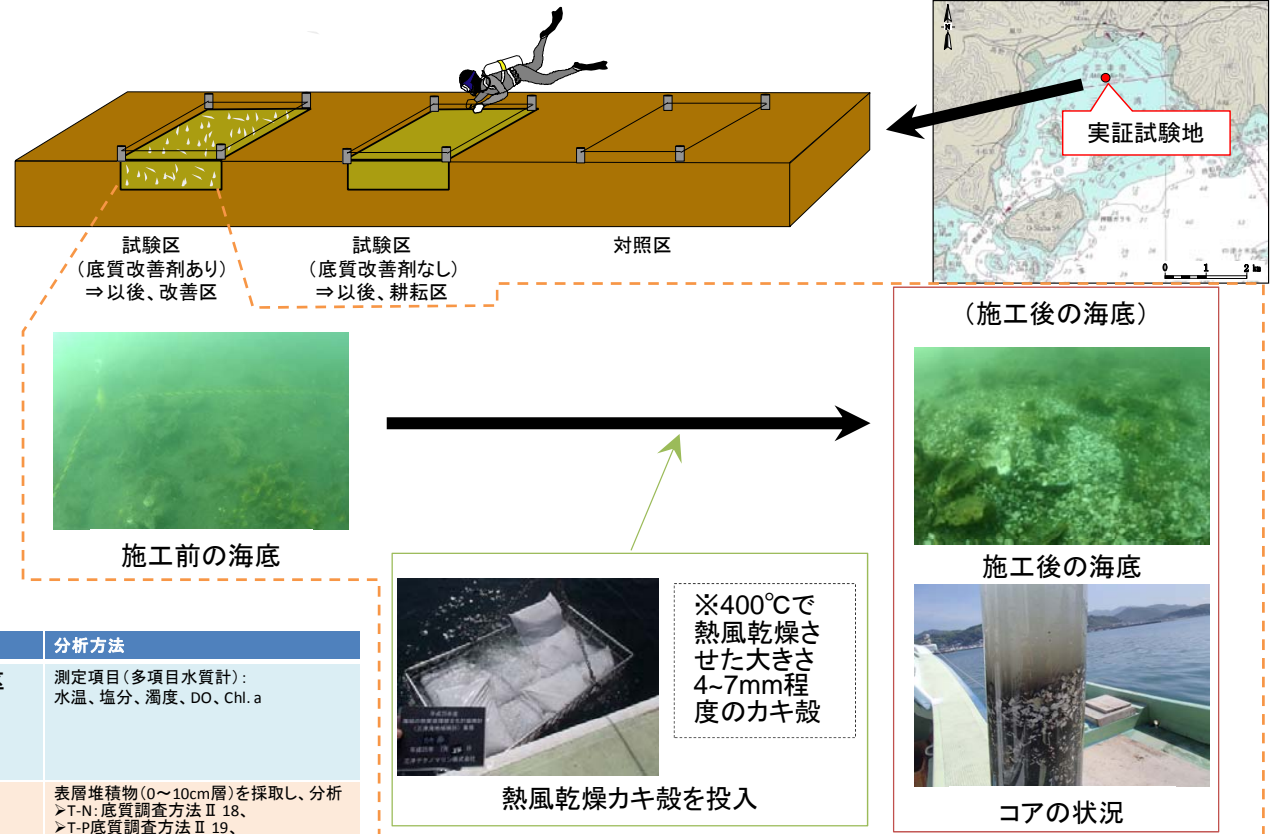


表1 調査内容と方法

項目	目的	実施箇所	分析方法
水塊構造の把握	バックグラウンドとして実証試験区内の水塊構造(鉛直分布)を把握する。	1地点(実証試験区内)	測定項目(多項目水質計): 水温、塩分、濁度、DO、Chl. a
底質改善効果の把握	底質改善剤による底質改善効果を把握する。	改善区、耕耘区、対照区 (計3地点)	表層堆積物(0~10cm層)を採取し、分析 > T-N: 底質調査方法 II 18. > T-P: 底質調査方法 II 19. > AVS(酸揮発性硫化物): 検知管 > 表層(1cm)のChl. a
底質間隙水改善効果の把握	底質改善剤による底質の間隙水への改善効果を把握する。	改善区、耕耘区、対照区 (計3地点)	表層堆積物(0~10cm層)の間隙水を採取し、分析する。 > 硫化水素(溶存硫化物): 検知管(北川式) > 形態別窒素 • NO ₃ -N: 銅・カドミウムカラム還元法 • NO ₂ -N: ナフチルエチレンジアミン吸光法 • NH ₄ -N: インドフェール法 > 形態別りん • PO ₄ -P: モリブデン青吸光光度法
底泥からの溶出状況、酸素消費速度の把握	底泥からの水塊への影響(栄養塩類の溶出及び酸素消費)を把握する。	改善区、対照区	柱状コア(表層約30cm)を採取し、0、1、2、3、6、12時間後の直上水(海底上5cm)を採水し、T-N、T-Pを分析。また同時に、DOメーターでDOを測定する。
生物生息環境の改善効果の把握			
底生生物調査	底生生物の生息環境への改善効果を把握する。	改善区、耕耘区、対照区 (計3地点)	ハンドマッキングで3回採泥したものを1試料とし、目合い1mmの篩上の捕集生物を計測
生物観察	海生生物の蝸集効果の有無を把握する。	改善区、耕耘区、対照区 (計3地点)	潜水士による目視観察及び写真撮影によって、魚類等の出現状況を把握する。

図1 実証試験区の施工

表2 調査日

項目	施工前 (7月23日)	施工直後 (8月18、19、20日)	施工3か月後 (10月21日)
水塊構造の把握	○	○	○
底質改善効果の把握	○	○	○
底質間隙水改善効果の把握	○	○	○
底泥からの溶出状況、酸素消費速度の把握		○ (改善区、対照区)	
生物生息環境の改善効果の把握			
底生生物調査	○	○	○
生物観察	○	○	○

2. 調査結果

(1) 水塊構造の把握

- ▶ 昨年までの現地調査結果と同様、全調査で密度躍層は確認されなかった。
- ▶ 貧酸素水塊 (DO: 4.3mg/L未満※) も確認されなかった。

※水産用水基準に従った。

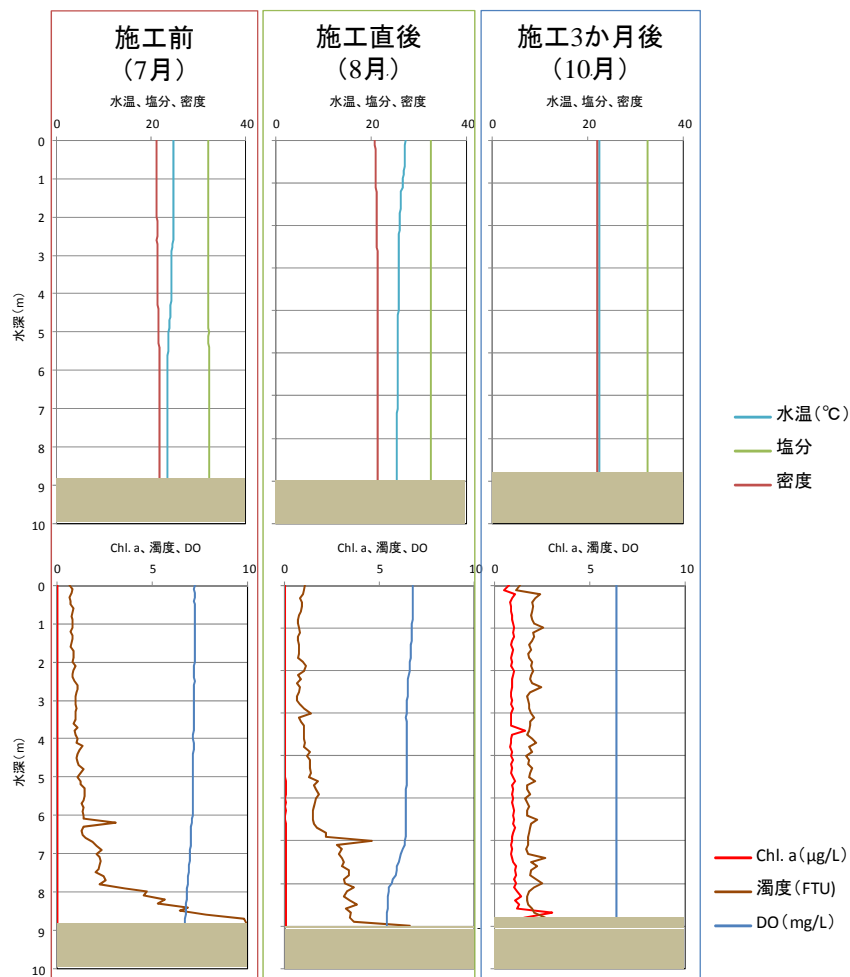


図3 水塊構造の把握



図2 水塊構造の把握調査状況

(2) 底質改善効果の把握

① AVS (酸揮発性硫化物) と Chl. a

【AVS】

- 改善区は、他の区画に比べて低く、低水準で推移した。
- 改善区では、施工前（7月）に比べて施工直後（8月）は23.1%、施工3か月後（10月）は50.0%であった。
- 耕耘区は、対照区と同様、8月には増加しており、10月でも高い水準で推移した。

【Chl. a】

- 改善区、耕耘区ともに、変動幅が大きく、対照区と明瞭な差異はみられなかった。

【施工前との比率(改善区)】
施工直後には減少し、施工3
か月後でも施工前に比べて
低かった。

【耕耘区】
対照区と同様に、施工
直後以降は高い水準
で推移した。

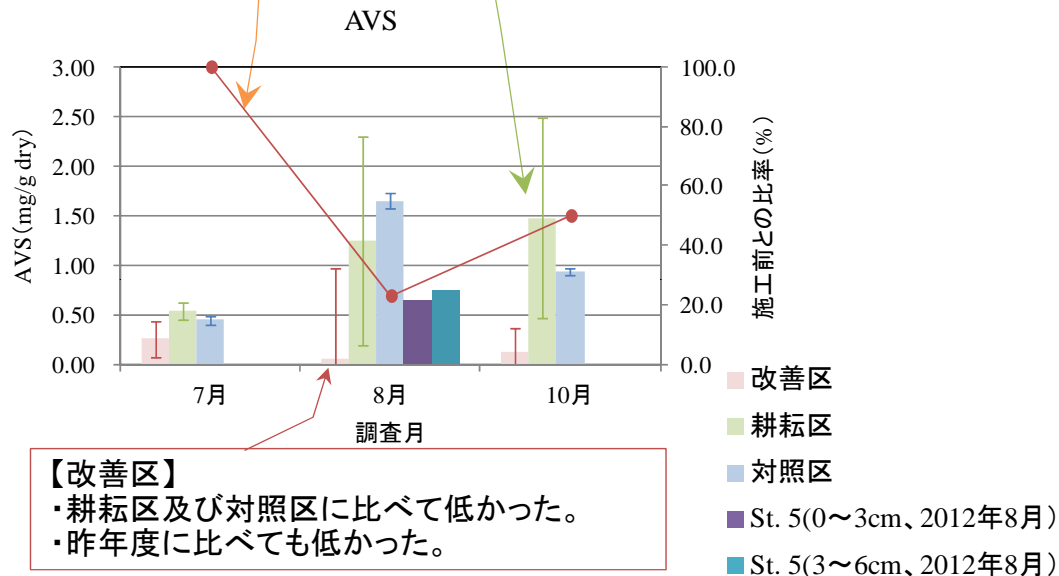


図4 底質のAVS

【改善区及び耕耘区】
・調査月による変動幅が大きい。
⇒対照区との明瞭な差異はみられなかった。

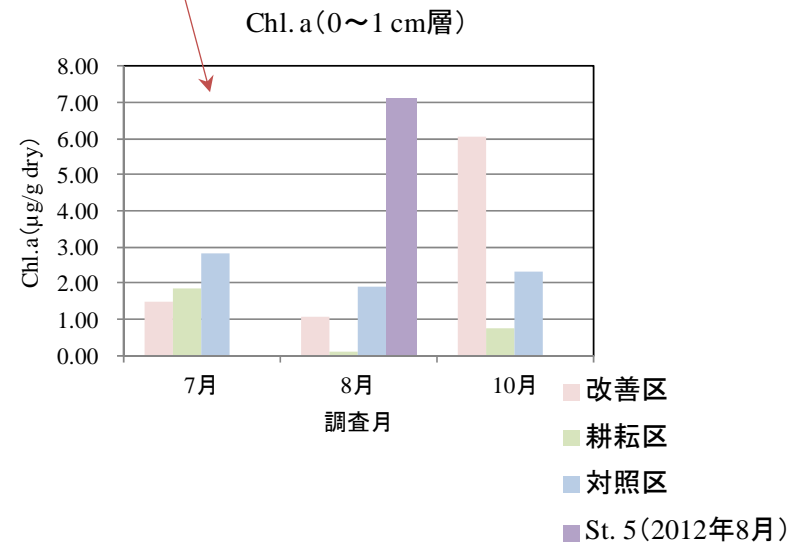


図5 底質のChl. a

(2) 底質改善効果の把握

① T-NとT-P

【T-N】

- 改善区の変動をみると、底質改善剤による変化はみられなかった。
- 耕耘区においても、耕耘による変化はみられなかった。
- 2012年8月と比較すると、明瞭な差異はなかった。

【T-P】

- T-Nと同様、底質改善剤及び耕耘による変化はみられず、2012年8月と比較しても明瞭な差異はなかった。

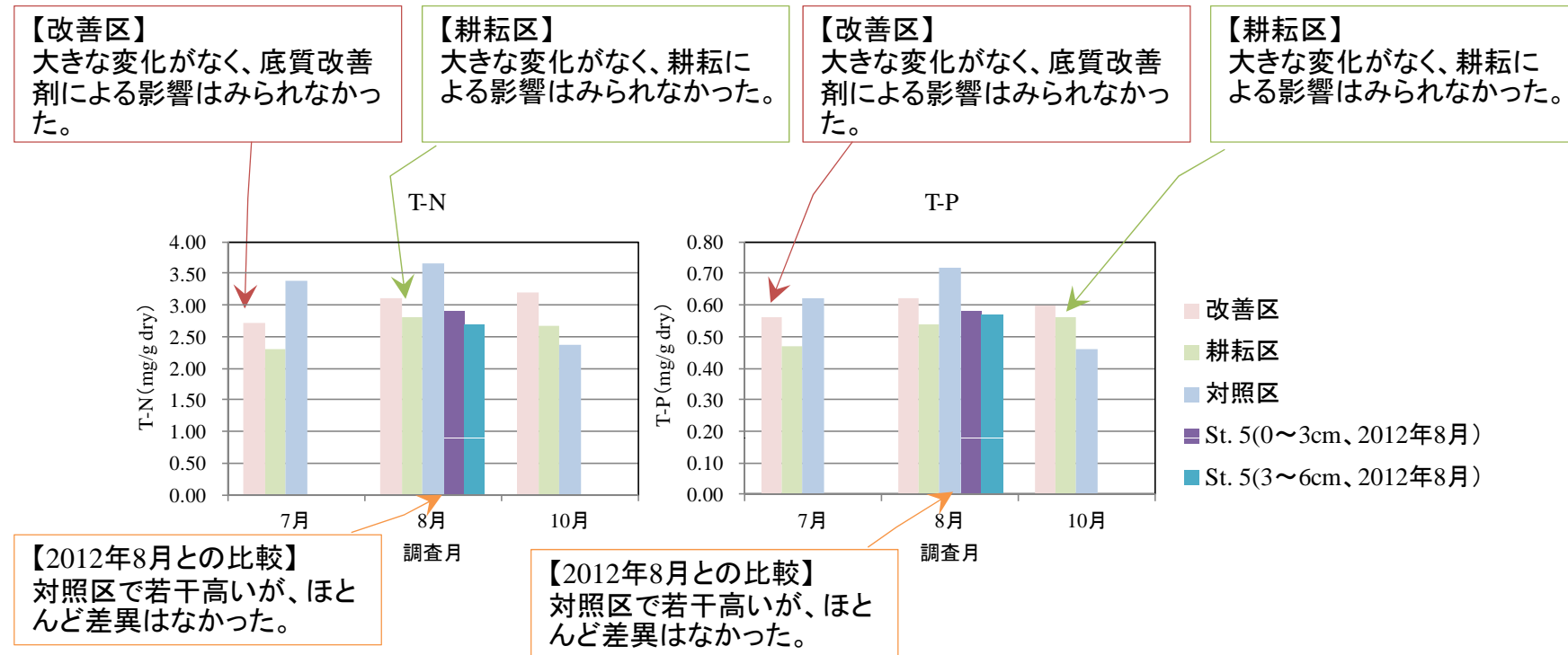


図6 底質のT-N(左)及びT-P(右)

(3) 底質間隙水改善効果の把握

① 硫化水素

- 改善区は、8月に他の区画に比べて顕著に低くなり、10月でも低水準で推移した。
- 改善区の硫化水素は、施工前（7月）に比べて、施工直後（8月）は17.7%、施工3か月後は15.6%で推移した。
- 耕耘区は、対照区と同様の变化を示した。

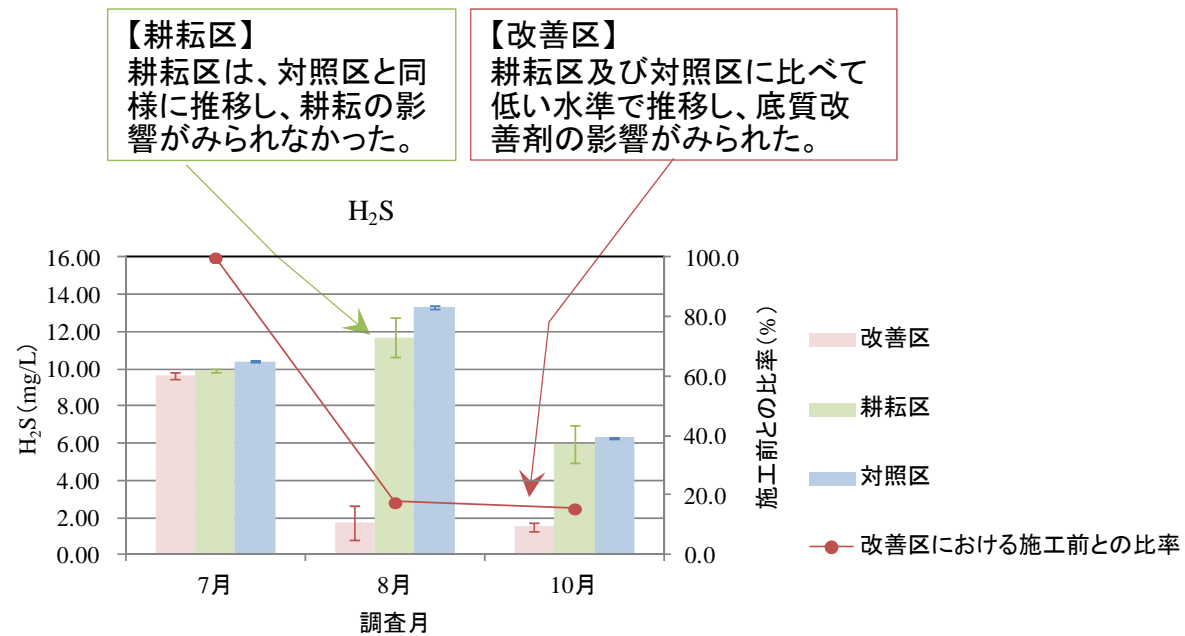


図7 底質間隙水中の硫化水素

(3) 底質間隙水改善効果の把握

②窒素及びりん

【窒素】

- D-T-N（全窒素）の中で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ （アンモニア態窒素）の割合が常に50%を超えていた。
- 底質間隙水の窒素に対する底質改善剤及び耕耘の影響は、みられなかった。

【りん】

- 対照区の施工前以外、D-T-Pの中で $\text{D-PO}_4\text{-P}$ の割合が常に50%を超えていた。
- 改善区のD-T-Pは、耕耘区及び対照区に比べて顕著に高かった。
- 底質間隙水のりんに対する底質改善剤及び耕耘の影響は、みられなかった。

【対照区】
施工前に顕著に高かった。

【改善区】
ほとんど横ばいであった。

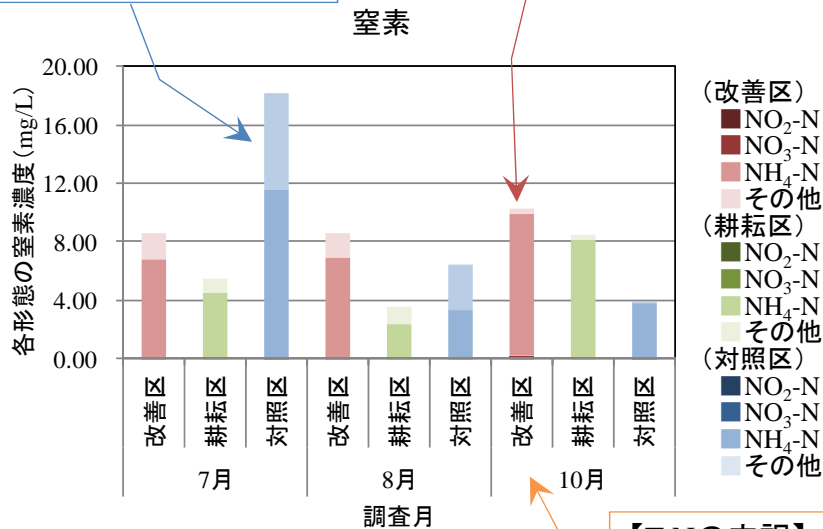


図8 底質間隙水中の窒素

【T-Nの内訳】
全ての区画、調査月で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が大きかった。

【改善区】
耕耘区及び対照区に比べて、顕著に高く、施工前後で変化がなかった。

【T-Pの内訳】
施工前の対照区を除いて、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の割合が大きかった。

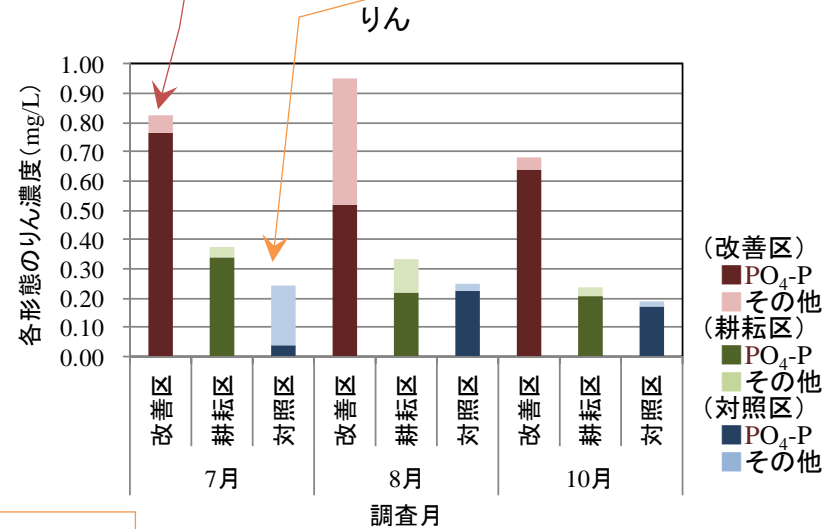


図9 底質間隙水中のりん

(4) 底泥からの溶出状況、酸素消費速度の把握

①酸素消費速度の把握

➤ 改善区における酸素消費速度は、対照区及び2012年8月調査と差異がみられなかった。

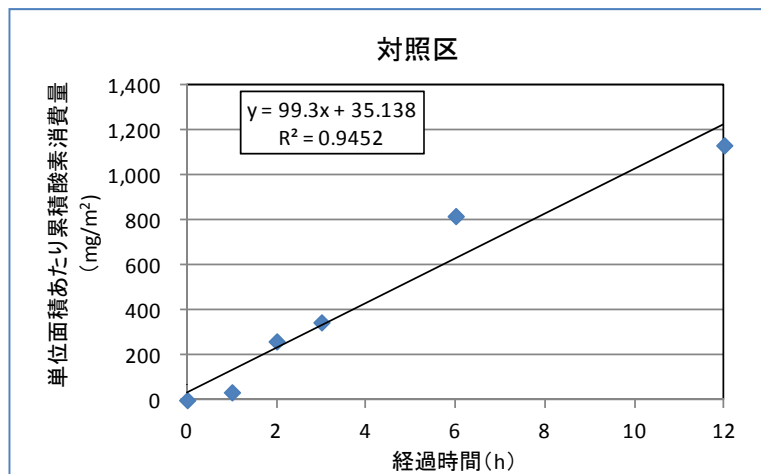
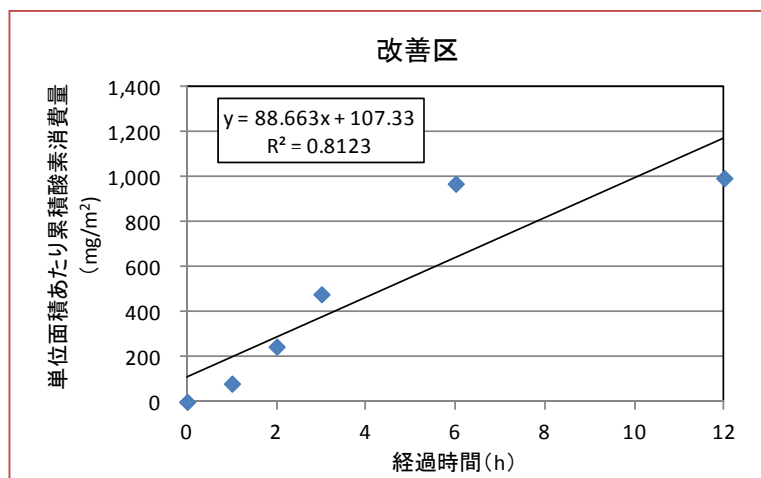


図10 酸素消費速度(上段:改善区、下段:対照区)

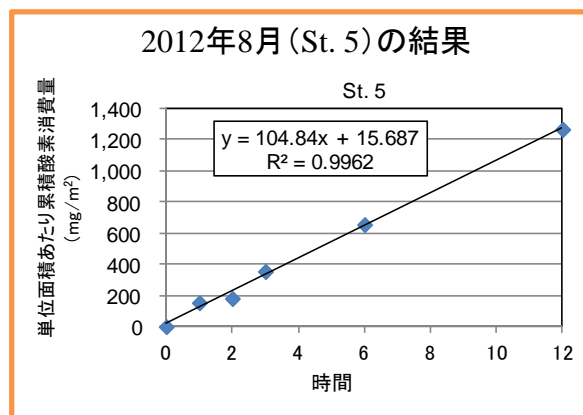


図11 室内実験状況

区画	酸素消費速度 (mg/m ² /day)
改善区	2.13
対照区	2.38
St. 5 (2012年8月)	2.52



(改善区)



(対照区)

図12 柱状堆積物の状況

(4) 底泥からの溶出状況、酸素消費速度の把握

②底泥からの栄養塩類の溶出状況の把握 (窒素)

- 改善区及び対照区の3本の柱状堆積物のうち、各1本に大型生物が混入していたため、それらの柱状堆積物を除いて検討した (N=2)。
- 改善区のT-Nの溶出速度は、対照区に比べて低かった。
- T-Nの内訳をみると、DIN (溶存無機態窒素) の中ではNH₄-Nアンモニア濃度が最も高かった。
- 大型生物が混入した柱状堆積物では、混入していない堆積物に比べてT-N濃度が高くなった。

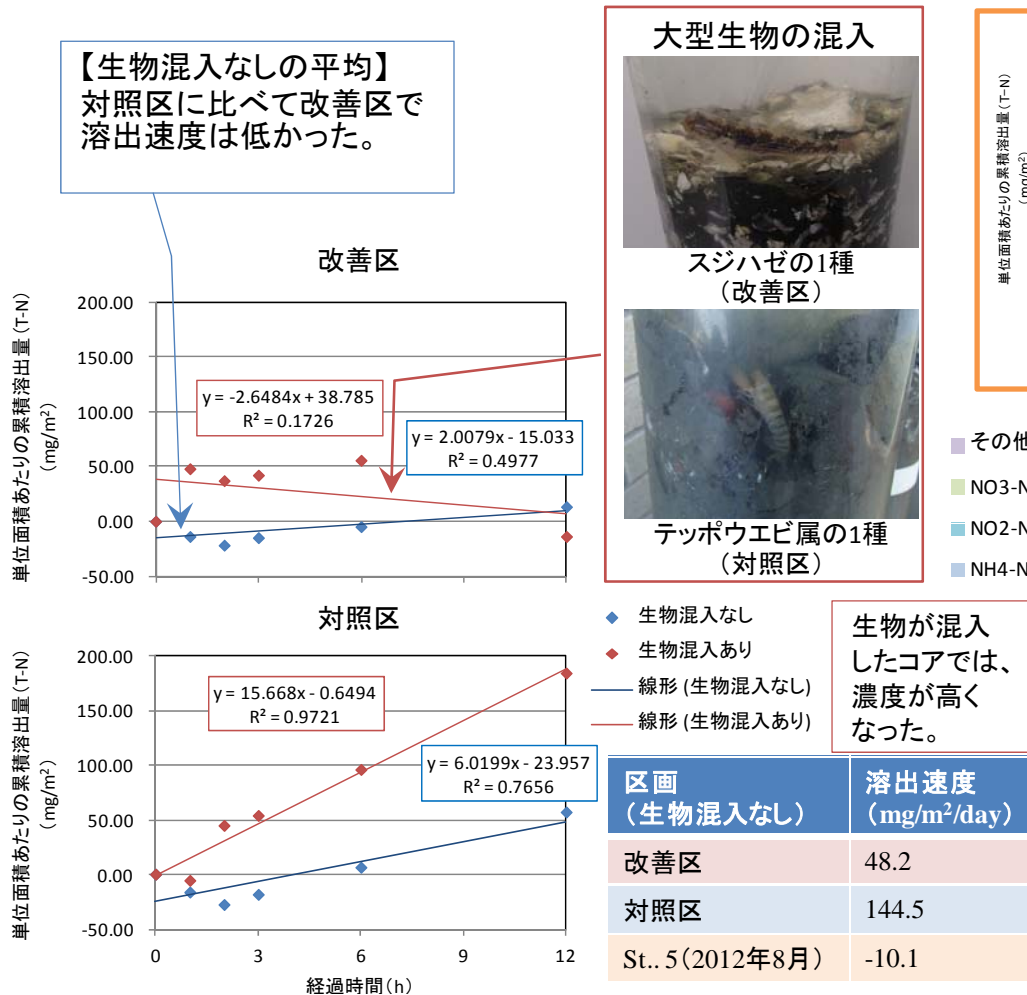


図13 T-Nの溶出速度(上:改善区、下:対照区)

図14 T-Nの内訳(左:改善区、右:対照区)

(4) 底泥からの溶出状況、酸素消費速度の把握

③底泥からの栄養塩類の溶出状況の把握 (りん)

- T-Nの溶出実験と同様、大型生物が混入していない柱状堆積物で検討した (N=2)。
- 改善区のT-Pの溶出速度は、対照区に比べて低く、ほとんど溶出しなかった。
- T-Pの内訳をみると、 PO_4 -Pの割合が顕著に大きかった。

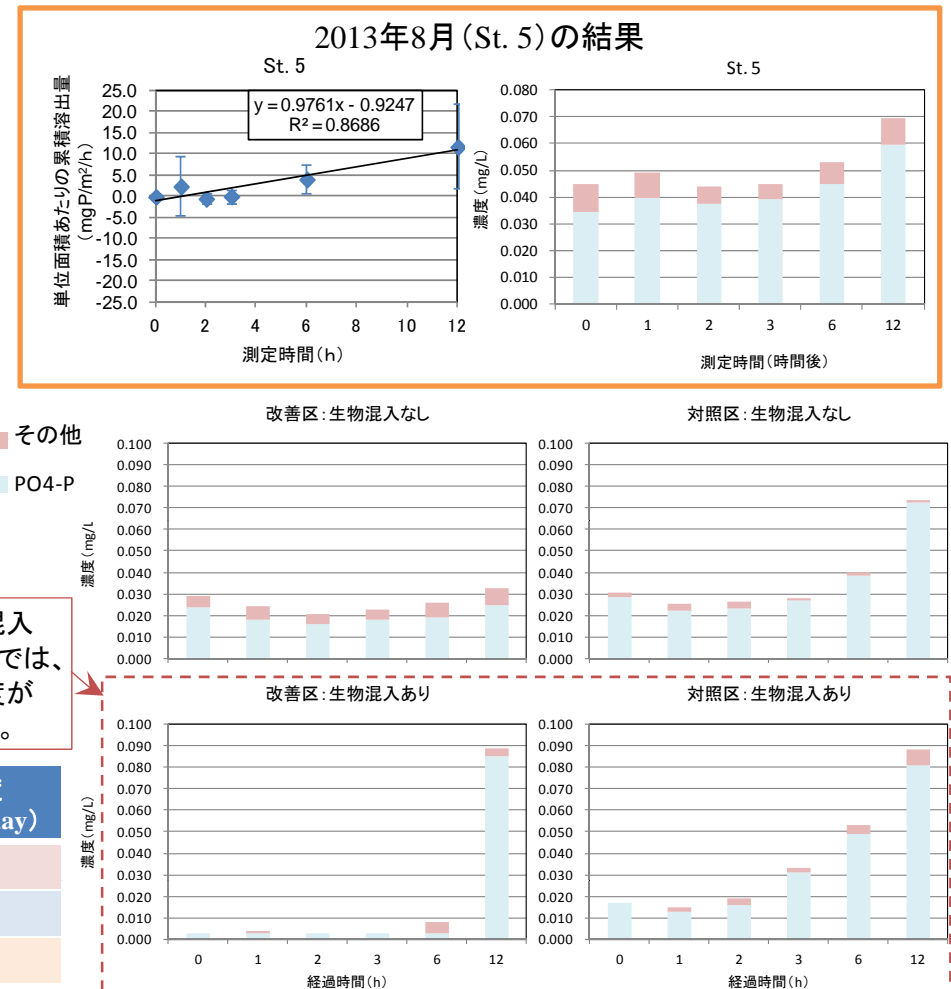
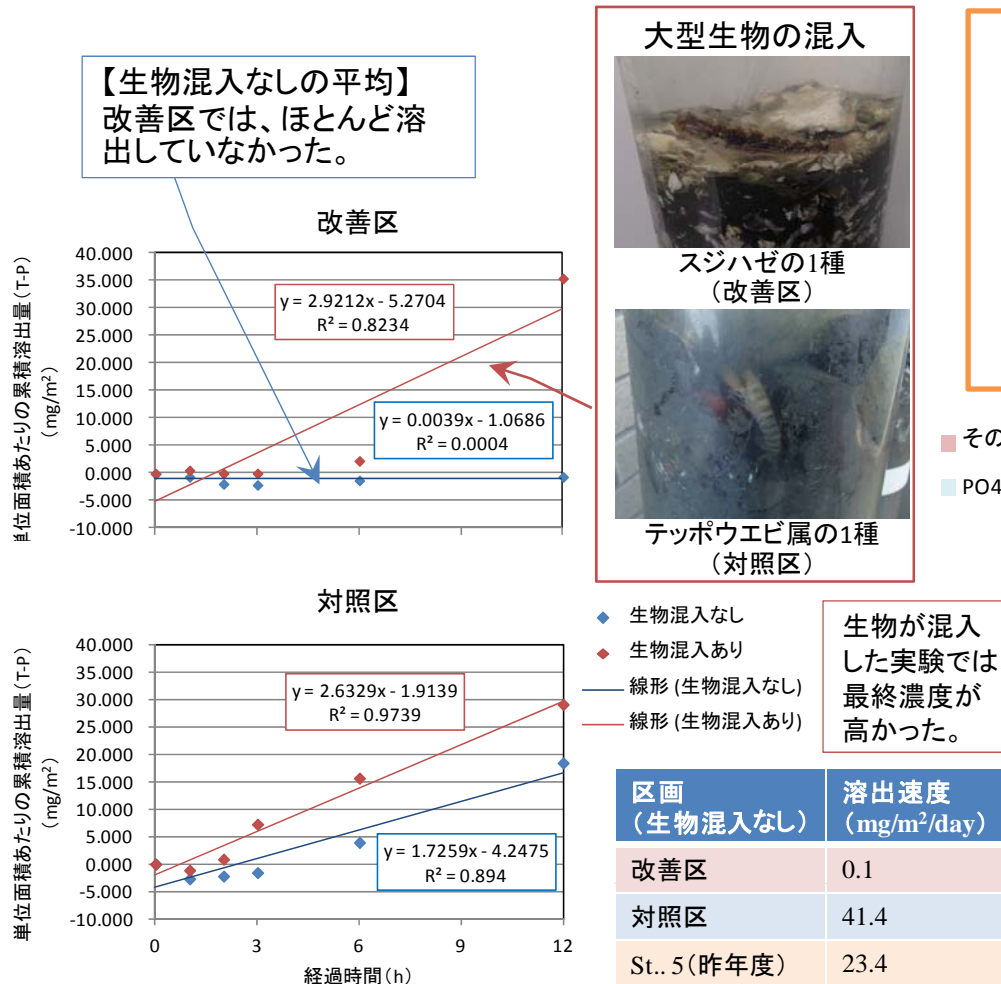


図15 T-Pの溶出速度(上:改善区、下:対照区)

図16 T-Pの内訳(左:改善区、右:対照区) 9

(5) 生物生息環境の改善効果の把握

①底生生物調査

- ▶ 8月（施工直後）の個体数及び種類数は、全ての区画において7月（施工前）に比べて少なかった。
- ▶ 生残率※は、耕耘区及び対照区で8月よりも10月に低くなったのに対し、改善区では8月より10月に若干増加し、回復の兆候がみられた。
- ▶ カタマガリギボシイソメなどの環形動物門やシズクガイなどの軟体動物門の個体数が少なかった結果、2012年8月（St. 5）より個体数が少なかった。

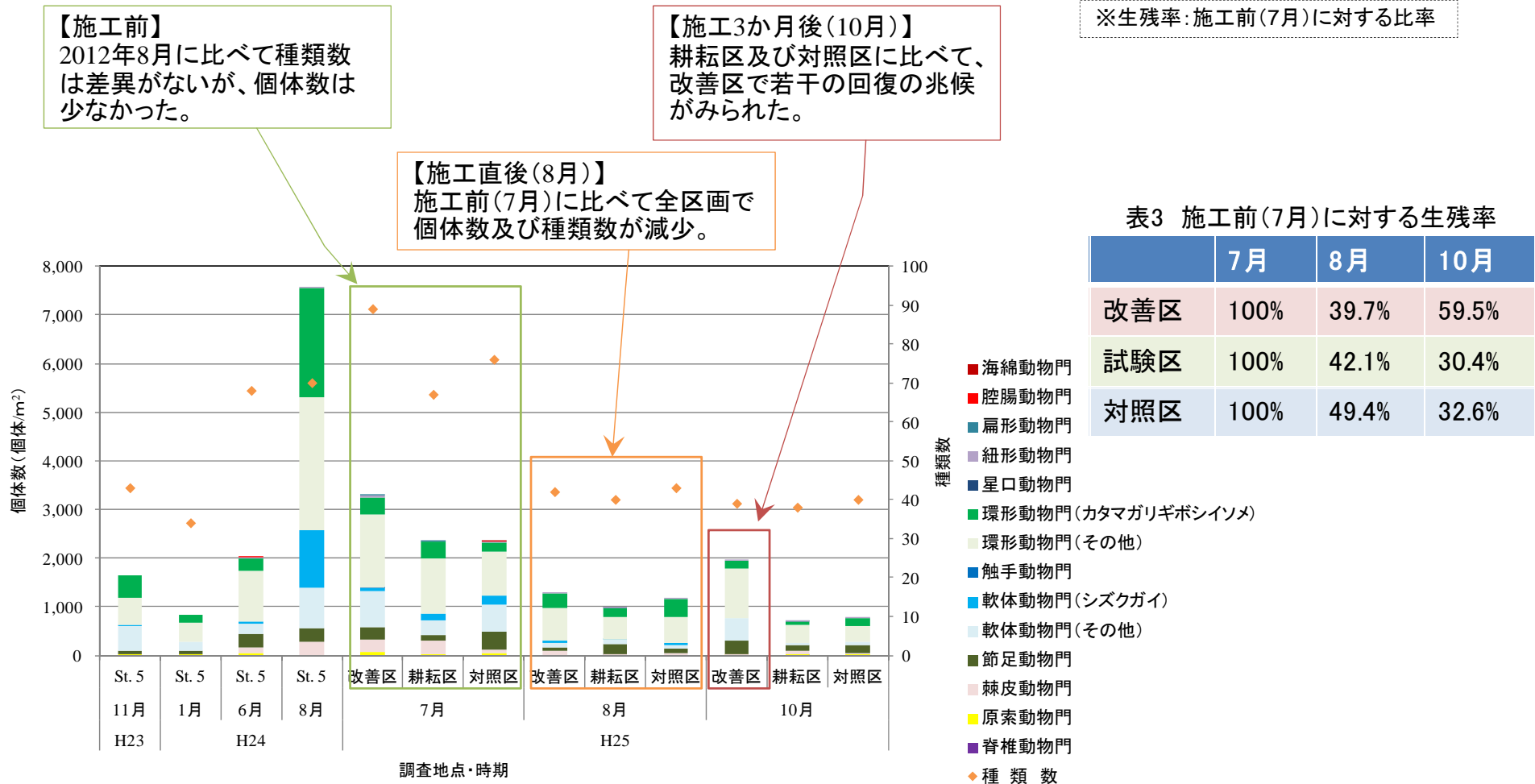


図17 底生生物の経時変化

(5) 生物生息環境の改善効果の把握

①底生生物調査

- ▶ カタマガリギボシイソメは、7、8月に全区画で優占種となったが、10月の改善区のみで優占種にはならなかった。
- ▶ 改善区の10月にはルドルフィソメが第一優占種となった。
- ▶ 多様度指数 (H') ※は、7月に比べて8月、10月は低下したが、昨年度 (8月、St. 5) と比較すると、ほとんど差異はなかった。

表4 各調査時の優占種とその食性

地点名\調査時期		施工前(7月)	施工直後(8月)	施工3か月後(10月)
改善区	種類数	89	42	39
	現存量 (個体/㎡)	3,288	1,304	1,955
	優占種	カタマガリギボシイソメ (10.1) キヌマトイガイ (7.3) <i>Harmothoe sp.</i> (6.1)	カタマガリギボシイソメ (24.5) <i>Heteromastus sp.</i> (14.8) ニホンヒメエラゴカイ (10.2)	ルドルフィソメ (21.8) ニホンヒメエラゴカイ (11.9) オトヒメゴカイ科 (7.8)
耕耘区	種類数	67	40	38
	現存量 (個体/㎡)	2,357	986	717
	優占種	カタマガリギボシイソメ (14.1) ニホンヒメエラゴカイ (10.5) <i>Ophiopeltis sp.</i> (8.2)	カタマガリギボシイソメ (17.4) <i>Nebalia sp.</i> (10.8) ニホンドロソコエビ (8.8)	カタマガリギボシイソメ (8.4) <i>Heteromastus sp.</i> (8.4) フサゴカイ科 (6.6) <i>Nebalia sp.</i> (6.6)
対照区	種類数	76	43	40
	現存量 (個体/㎡)	2,364	1,167	770
	優占種	キヌマトイガイ (12.1) <i>Harmothoe sp.</i> (9.0) カタマガリギボシイソメ (7.9) シズクガイ (7.9)	カタマガリギボシイソメ (32.6) フサゴカイ科 (9.2) ニホンドロソコエビ (6.3) <i>Harmothoe sp.</i> (6.3)	カタマガリギボシイソメ (19.9) <i>Pista sp.</i> (6.1) <i>Amaeana sp.</i> (6.1)
St. 5 (昨年度)	種類数		70	
	現存量 (個体/㎡)		7,560	
	優占種		カタマガリギボシイソメ (29.8) シズクガイ (15.6) ニホンヒメエラゴカイ (6.6)	

注：1. () 内の数値は、現存量に対する出現比率 (%) を示す。

2. 優占種は、上位3種を示す。

3. 優占種の文字色は、**オレンジ**は堆積物摂食者、**緑色**は懸濁物摂食者、**青色**は肉食者を示す。

※多様度指数(H')とは・・・

生物群集内の生物多様性を示す。H'が高いほど、種類数が多く、かつ各種の均等度が高いことを示す。

【カタマガリギボシイソメ】
汚濁指標種の1種であり、
内湾の砂泥底に生息。



【ルドルフィソメ】
底泥のカキ殻の中などに生息し、汚濁指標種に随伴するとされている。



【多様度指数(H')】
全区画において7月に比べ、8月
及び10月に低下したが、昨年度
とほとんど差異はなかった。

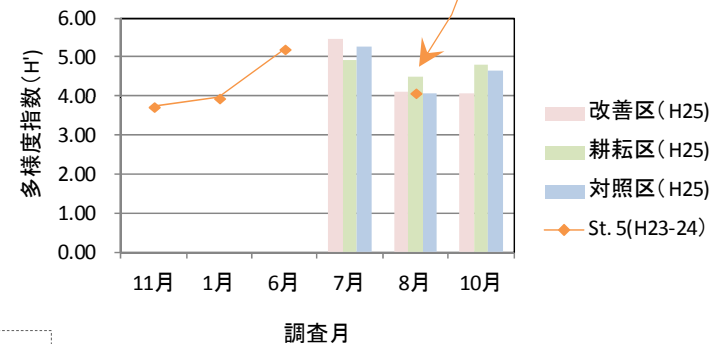


図18 各調査時の多様度指数(H')

(5) 生物生息環境の改善効果の把握

②生物観察

- ・ホヤ類やウニ、ヒトデなどの生息が確認された。
- ・改善区、耕耘区、対照区で顕著な差がなかった。
- ・カキ棚では、クロダイ、ウマヅラハギといった食害魚が確認された。

	施工前(7月)	施工直後(8月)	施工3か月後(10月)	カキ棚で確認された魚類
改善区				
耕耘区				
対照区				

3. 実証試験のまとめ

【耕耘区と対照区の比較】

- 耕耘後、硫化水素及びAVSは耕耘区と対照区の間には明瞭な差異はなかった。
- 底質及び間隙水の栄養塩類は、両区画の間には明瞭な差異はみられなかった。
- 耕耘区の底生生物の個体数は、対照区と同様の傾向がみられ、カタマガリギボシイソメが優占種のままであった。
(既存知見)
福岡湾（砂泥底）の高水温期における耕耘による汚濁軽減効果は、1～2週間程度。

【耕耘の効果について】

- ✓ 既存知見より短期間の効果はあるかもしれないが、本試験では少なくとも施工1か月後には効果がみられなかった。
- ✓ 耕耘を行う場合は、もっと短期間で繰り返し、実施する必要があると考えられる。



【改善区】

【改善区と耕耘区（または対照区）の比較】

- 8月及び10月の改善区における硫化水素及びAVSは、耕耘区及び対照区に比べて低かった。
- 改善区におけるAVSは、7月に比べて8月に23.1%、10月に50.0%と、底質改善剤で嵩増された（希釈された）以上に減少した。
- 底質及び間隙水の栄養塩類は、耕耘区及び対照区と比べて明瞭な差異はなかった。
- 改善区における底質からの窒素及びりん（リン）の溶出は、対照区に比べて低かった。
- 底生生物の個体数は、8月に耕耘区及び対照区と同様に減少したが、10月に若干の回復傾向がみられた上、優占種も異なった。

【底質改善剤の効果について】

- ✓ 底質改善剤による硫化水素、AVSの軽減効果はあり、その効果は少なくとも3か月は維持された。
- ✓ 堆積物中の硫化水素やAVSが底質改善剤によって軽減されたと考えられる。
- ✓ りんの底質からの溶出速度が抑制されている可能性があるが、底質改善剤による影響は不明である。

【実証試験のまとめ】

- 耕耘のみでは、1か月後には効果がみられなかったが、底質改善剤を混ぜて実施すると、硫化水素、AVSに対する効果があり、その効果は少なくとも3か月は維持される。