

2023 年度環境関連調査業務
報告書
(要約版)

大 船 渡 市

1 調査概要

1.1 調査名称

2023 年度環境関連調査業務

1.2 調査目的

大船渡湾の水環境保全に係る課題として、化学的酸素要求量（COD）や全窒素（T-N）、全りん（T-P）などが水質の環境基準を超える状況がある。

また、水質の汚濁状況を示す透明度は経年的に低下傾向にあり、湾奥部ではその傾向が顕著である。

このような水質の状況を示す要因としては、大船渡湾をとりまく流域において発生する汚濁負荷が湾内に流入し、植物プランクトンの増殖をもたらしていることにあると考えられる。

また、湾内の底層水は、9月ごろには最も溶存酸素が低下し、水深が30m以深の深い範囲では溶存酸素飽和度が20%未満まで低下する。

以上のような大船渡湾の水環境の現況をふまえ、湾内水質の経年的な追跡を行うために環境関連調査を実施した。

1.3 調査内容

- (1) 湾内水質の定期調査
- (2) 海水交流量等の検討

1.4 履行期間

自 2023年6月24日

至 2024年3月25日

1.5 委託者

大船渡市

大船渡市長 淵上 清

1.6 受託者

日鉄環境株式会社

分析ソリューション事業本部釜石センター

センター長 森田 健司

2 調査方法

2.1 湾内水質の定期調査

1) 調査時期

表 2-1 のとおり、2023 年 7 月から 9 月にかけて 3 回現地調査を行った。

表 2-1 現地調査時期

調査時期	
7 月調査	2023 年 7 月 25 日
8 月調査	2023 年 8 月 22 日
9 月調査	2023 年 9 月 20 日

2) 調査地点

水質調査は 10 地点で実施し、このうち 3 地点 (St-1、St-3 及び St-5') では計測と採水、7 地点では計器による計測のみ実施した (図 2-1)。

3) 調査項目

調査項目は、以下のとおりである。

計器測定：水温、塩分、溶存酸素 (DO)、クロロフィル a 及び濁度を計器により測定 (JFE アドバンテック製 ASTD103 を使用)

測定層：計器測定は海面下 0.5m 及び海面下 1 m 以深は海底上 1 m まで 1 m 間隔

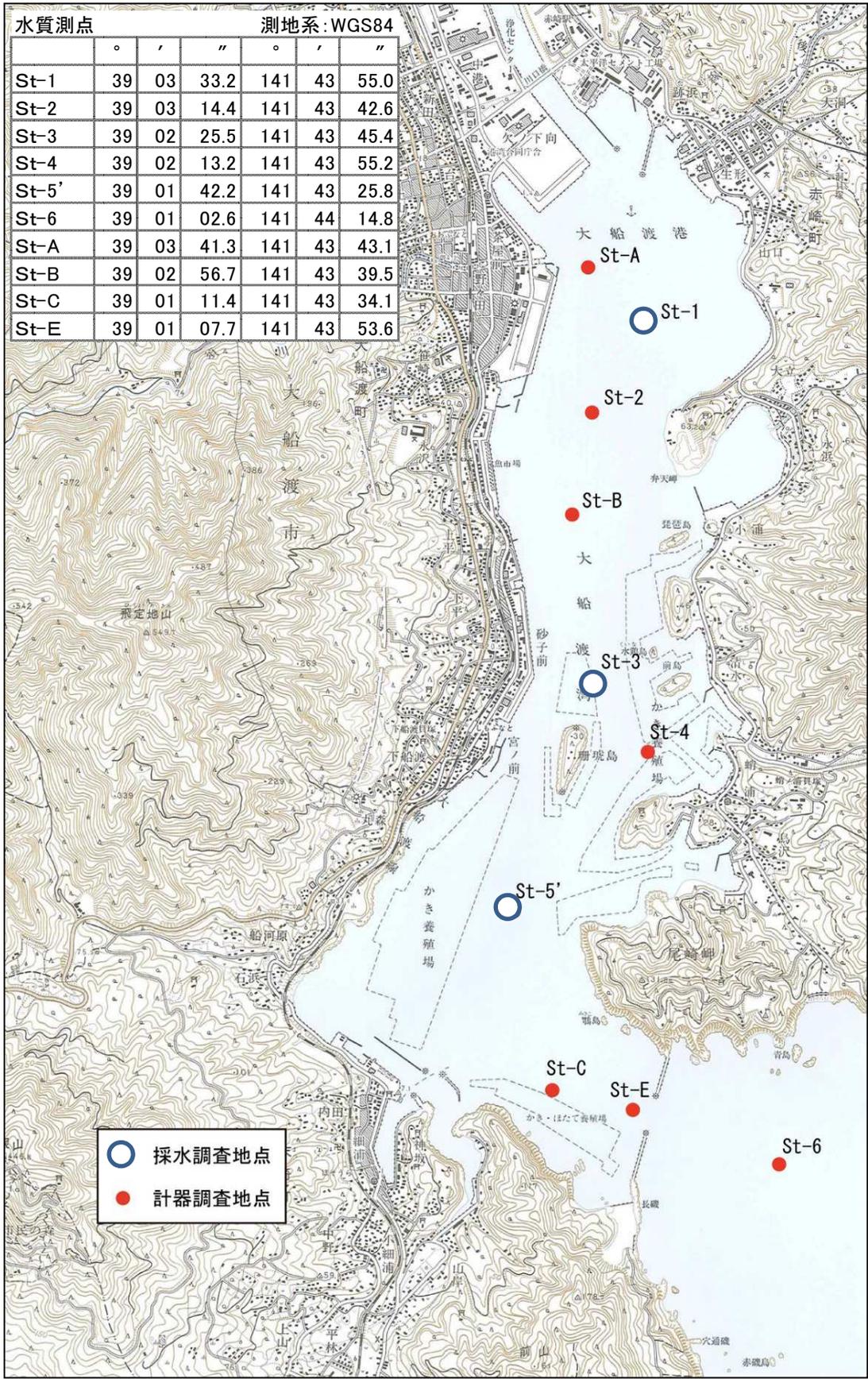
採水分析：化学的酸素要求量 (COD) (濾過、未濾過)、溶存態無機態窒素 (DIN) (アンモニア態窒素 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、亜硝酸態窒素 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$)、溶存態無機態りん (DIP) (りん酸態りん $\text{PO}_4\text{-P}$)、全窒素 (T-N)、全りん (T-P)、クロロフィル a (Chl. a)

採水層：分析試料の採水は 2 層 (海面下 0.5m、20m。ただし、20m 以浅の地点では海底上 1 m)

また、採水時には同時に、気象・海象の観測、水深、水色、透明度の測定を行った。



採水分析



水質調査地点位置

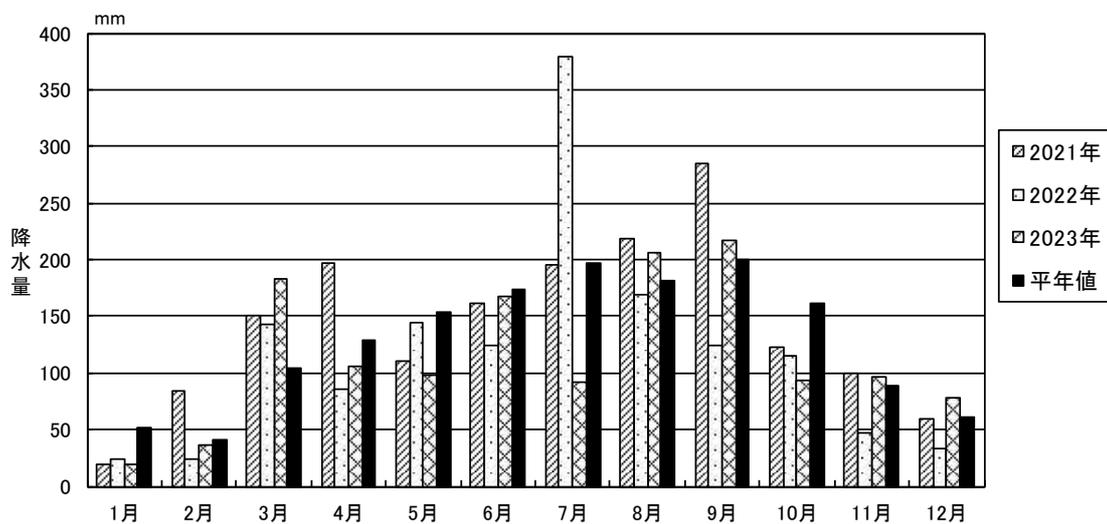
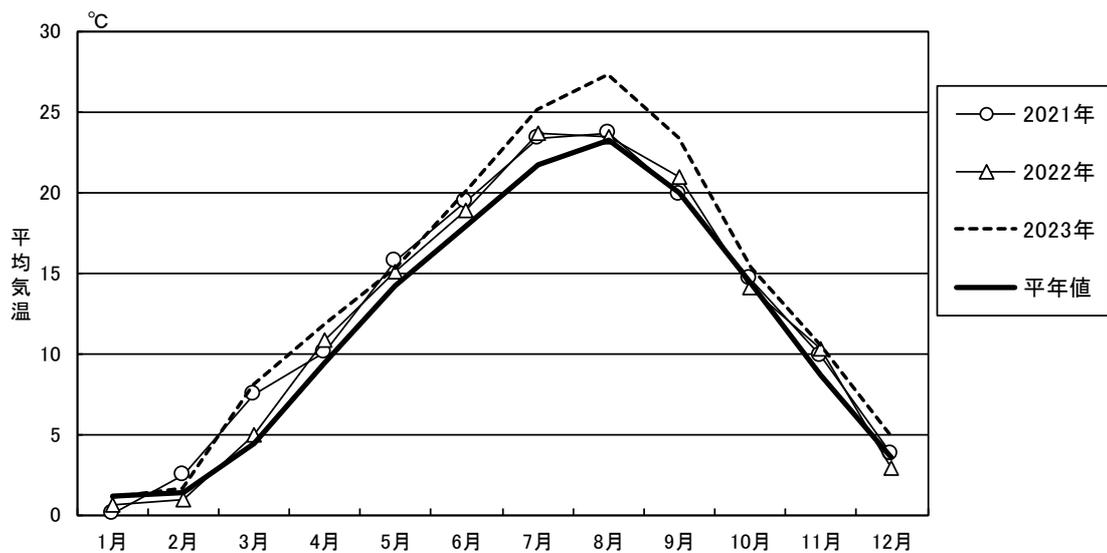
3 調査結果

3.1 湾内水質の定期調査結果

1) 気象・海象観測

令和5年度の気温は、平年に比べて5℃程度高かった（図3-1のとおり）。

降水量については、7月が平年より少なかったが、8月と9月は平年並みであった。



気温・降水量の平年値との比較

2) 水質鉛直測定結果

(1) 水温

表層の水温は、7月は24～26℃台、8月は25～28℃、9月は26℃台であった。

水深30mより深い底層の水温は、7月は14～15℃台、8月は16℃前後、9月18～20℃台と徐々に上昇した。

(2) 塩分

塩分は、表層の海面下5m以浅で低塩分がみられるが、それ以深では33.5以上で鉛直的な大きな変化はみられなかった。

8月中旬に100mmを超える降雨があり、8月の測定時の塩分が22～26と低かった。

※外海の塩分は34以上

(3) 溶存酸素

溶存酸素は、湾内全域で7月は水深10m以浅で100%を超える過飽和状態であったが、8月には湾奥部では水深10mにおいても飽和度が60%と低かった。

また、7月には水深30mより深い箇所に限られていた低酸素状態が、9月には湾内の広い範囲でみられ、最深部では飽和度が20%以下となった。

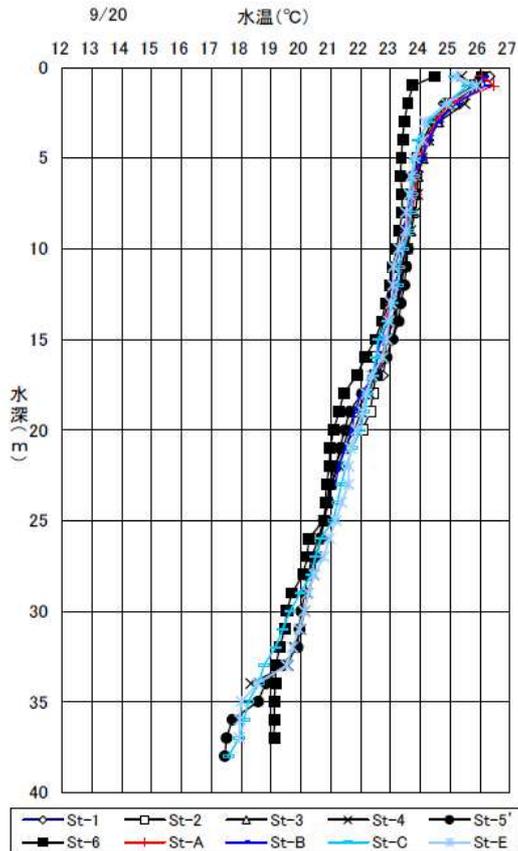
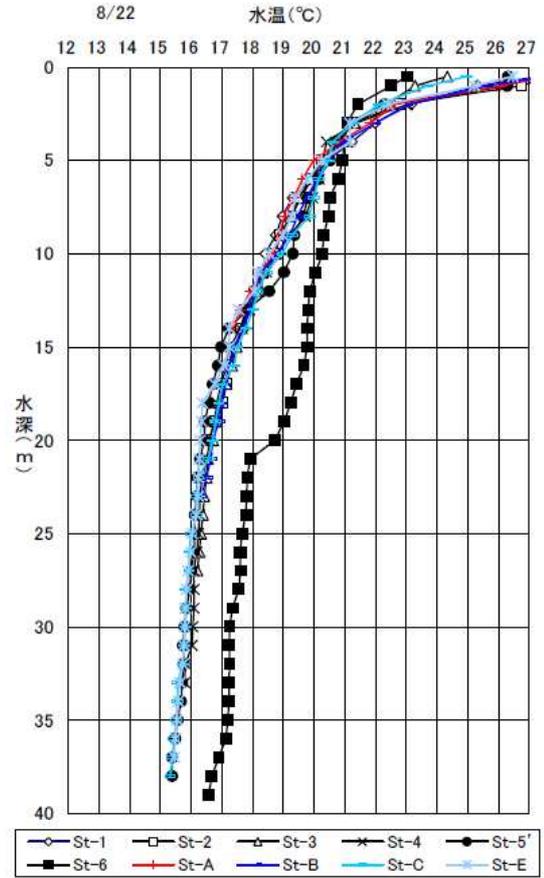
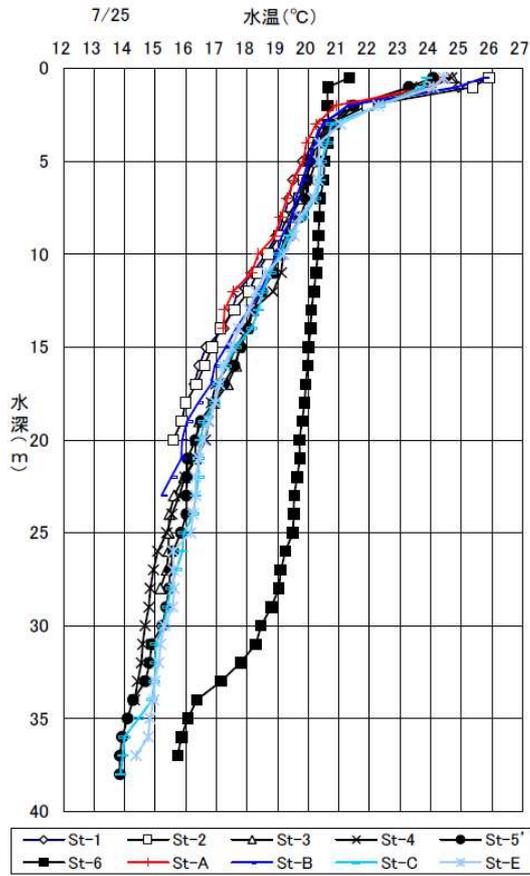
(4) 濁度

濁度は7月～9月のいずれの月も、海底付近を除き、ほとんどの地点で1度未満と低値であった。

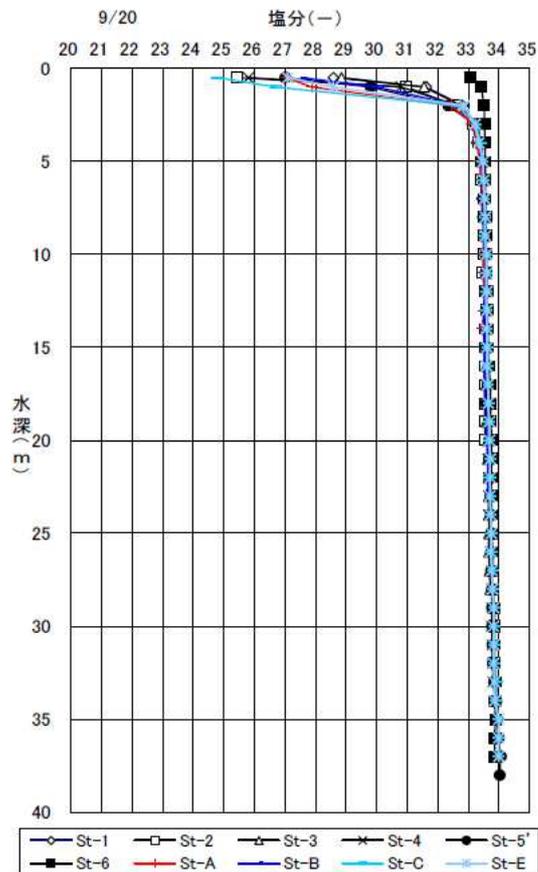
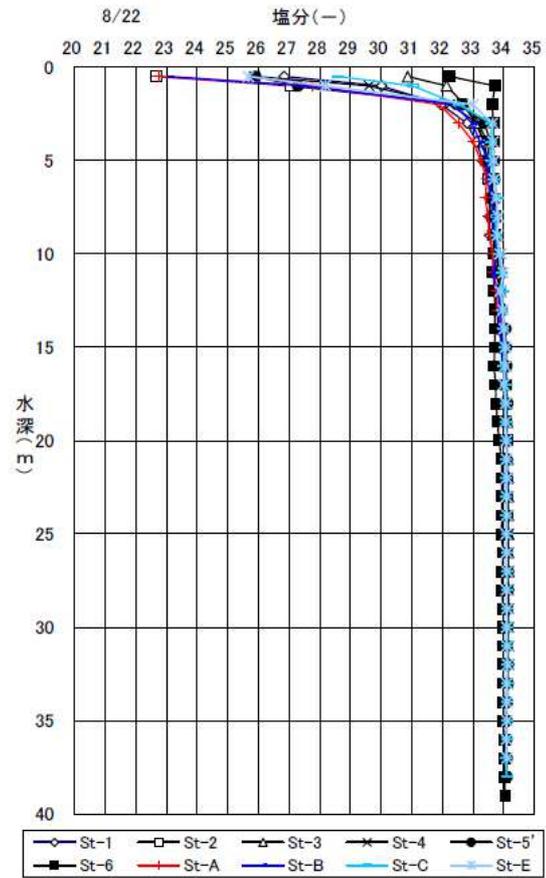
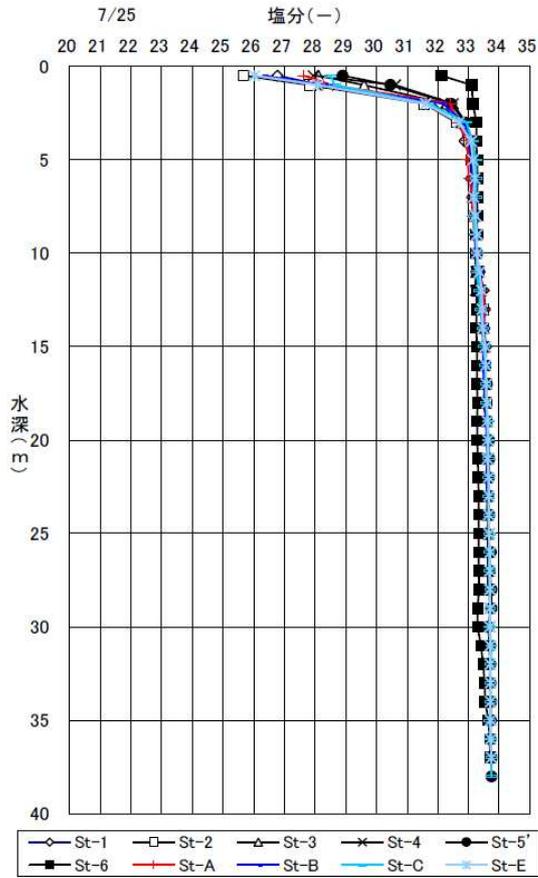


計器測定

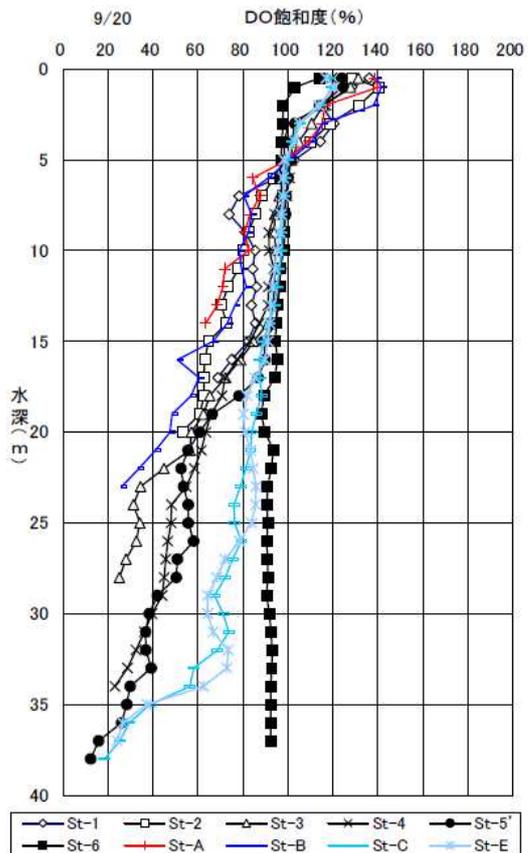
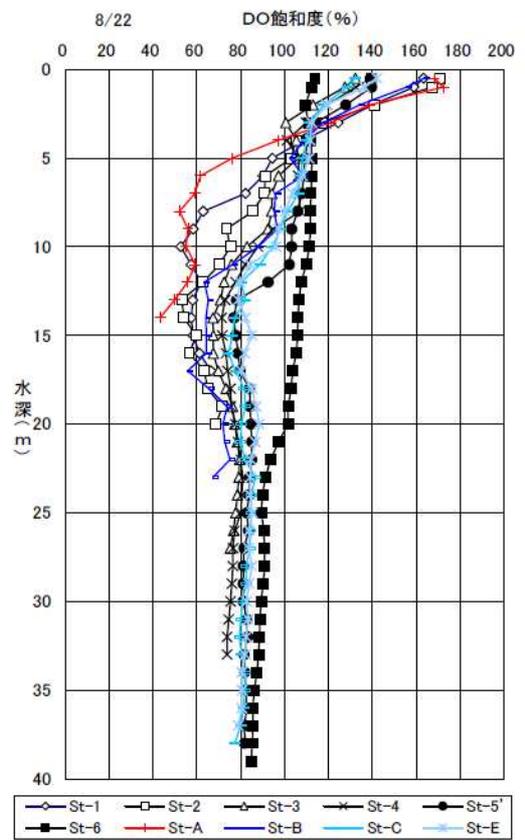
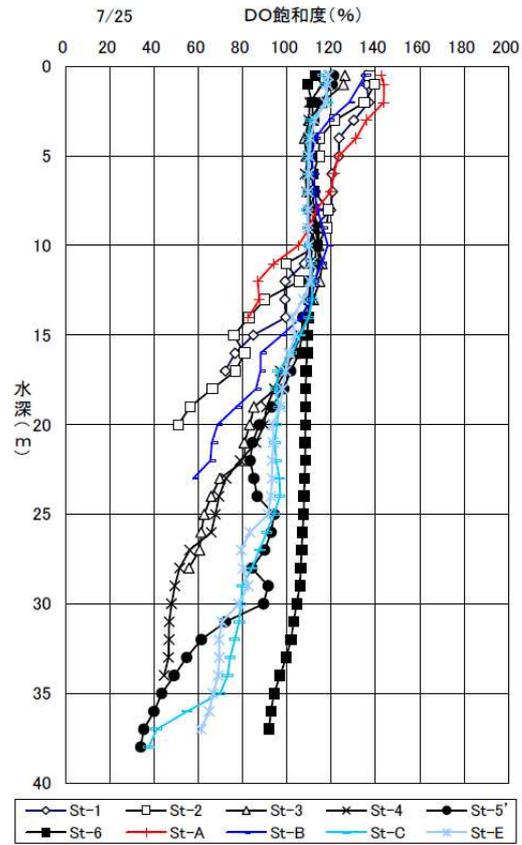
7月～9月の水温



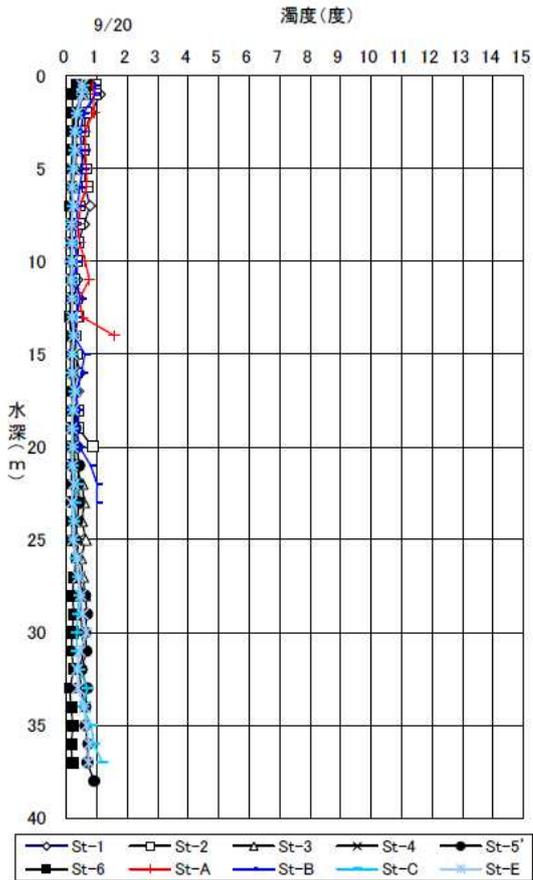
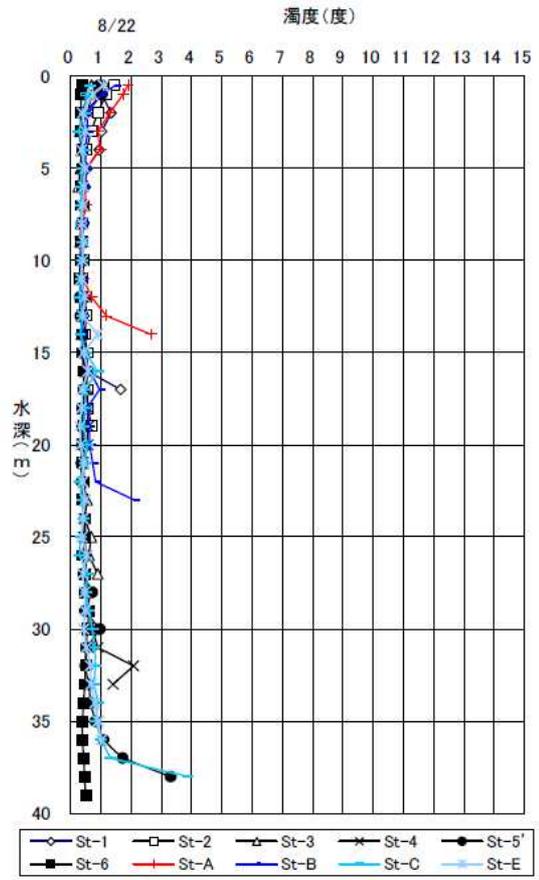
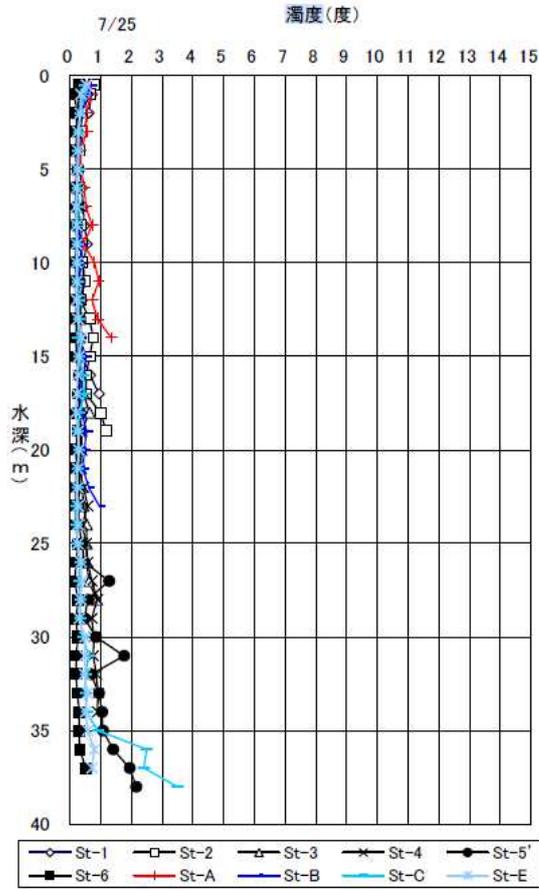
7月～9月の塩分



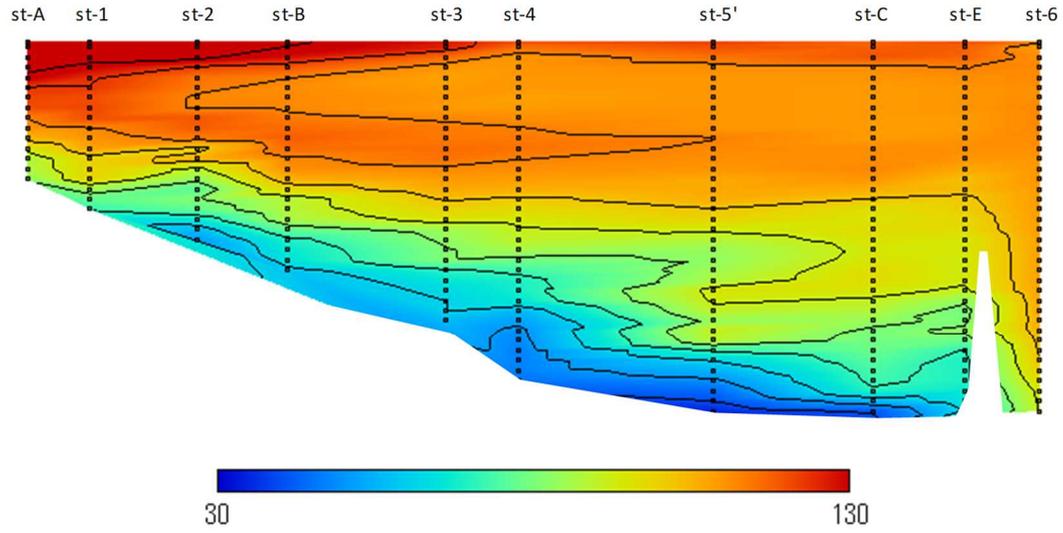
7月～9月の溶存酸素飽和度



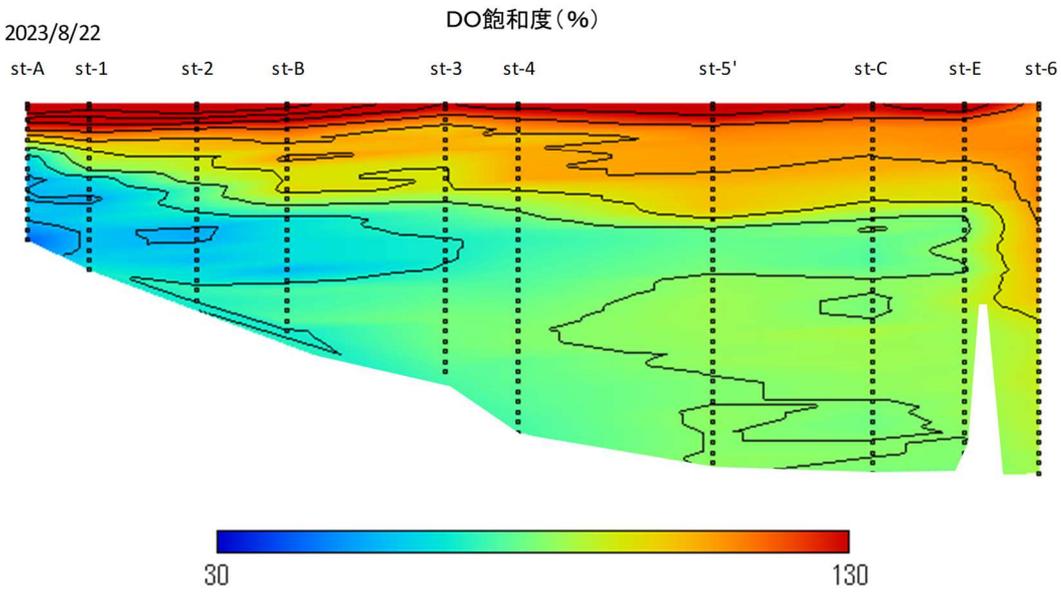
7月～9月の濁度



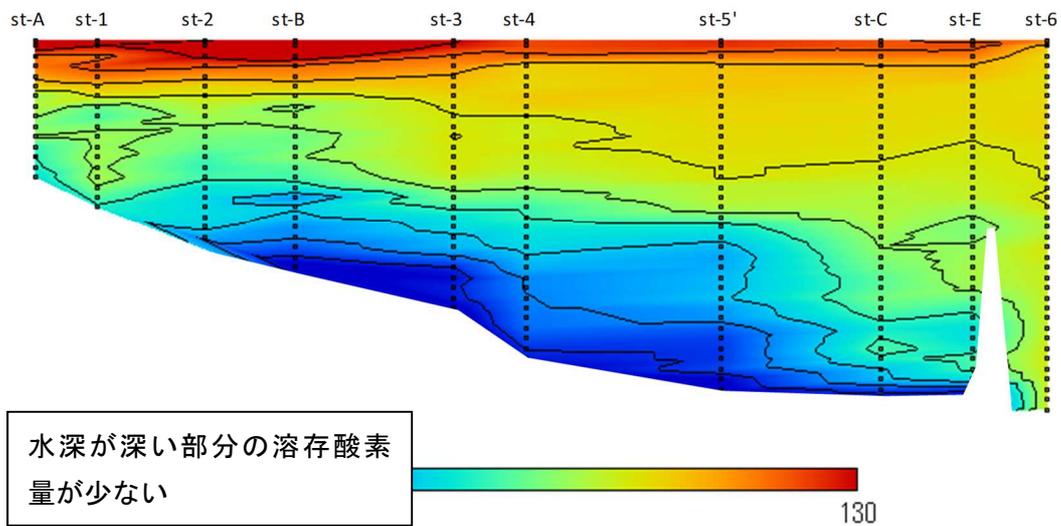
2023/7/25



2023/8/22



2023/9/20



DO飽和度 (%)
溶存酸素飽和度の鉛直縦断面図

3) 水質調査結果

水質調査結果の概要は以下のとおりである。

【透明度】

透明度は、須崎川河口付近で最も低く、8月には1.5mであった。湾奥部では各月とも透明度が低く、7月から9月まで3m未満であった。8月には湾内全域で透明度が低く、湾口付近でも2m台と低く、湾内全域で4m以下であった。

【水色】

水色は、湾奥部では13以上を示すことが多く、8月には15~17と赤褐色を呈した。最も透明度が低下した8月には、湾内全域で12以上を示し、黄褐色ないし赤褐色を呈した。赤褐色の水色は、透明度が低いときによくみられる植物プランクトン由来の濁った状態を示している。



【化学的酸素要求量 (COD)】

上層の月平均値は2.8~3.2 mg/Lで、7月が最も高く、各月とも環境基準値2.0mg/Lを超えた。8月には湾奥のSt-1で3.8 mg/Lと高い数値であった。

下層の月平均値は0.9~2.0mg/Lと、上層に比べて低値であった。

【全窒素 (T-N)】

上層の月平均値は0.22~0.31mg/Lであり、8月、9月はⅡ類型の環境基準値0.3mg/Lを超えた。下層の月平均値は0.15~0.23mg/Lと、上層に比べて低値であった。

【全りん (T-P)】

上層の月平均値は0.019~0.025mg/L、下層では0.01419~0.038mg/Lと、9月の下層が0.038 mg/LとⅡ類型の環境基準値0.03mg/Lを上回ったほかは大きな差異はみられなかった。

【クロロフィル a (Chl. a)】

上層の月平均値は 2.5~19.7 $\mu\text{g/L}$ で、8月がもっとも高かった。下層では 0.2~0.8 $\mu\text{g/L}$ と低値であった。クロロフィル a は植物プランクトンの現存量を示すので下層では低値であり上層が高かった。

【底上 1 mDO】

底層（底上 1 m層）の溶存酸素（DO）は、8月に一旦回復したが9月に再び低下し、水深 30mを超える最深部では 2 mg/L 以下の低値がみられた。7月、8月はほぼ全地点で 3.0 mg/L を上回っており、生物 3 の環境基準値 2.0mg/L を満足した。

項目	測定層	7月	8月	9月
透明度(m)	-	7.2	4.0	5.8
水色	-	9.5	12.3	9.5
水温 ($^{\circ}\text{C}$)	上層	24.4	26.1	25.7
	下層	16.8	17.0	21.8
塩分 (-)	上層	28.25	27.39	28.12
	下層	33.56	34.05	33.63
DO (mg/L)	上層	8.9	9.9	8.7
	下層	6.5	6.2	4.7
DO飽和度 (%)	上層	125	143	126
	下層	83	79	66
COD (mg/L)	上層	3.2	2.8	2.8
	下層	2.0	1.2	0.9
T-N (mg/L)	上層	0.22	0.32	0.31
	下層	0.15	0.21	0.23
T-P (mg/L)	上層	0.019	0.025	0.025
	下層	0.019	0.029	0.038
クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$)	上層	2.5	19.7	10.7
	下層	0.8	0.2	0.7
底上 1mDO(mg/L)		4.8	6.0	3.6

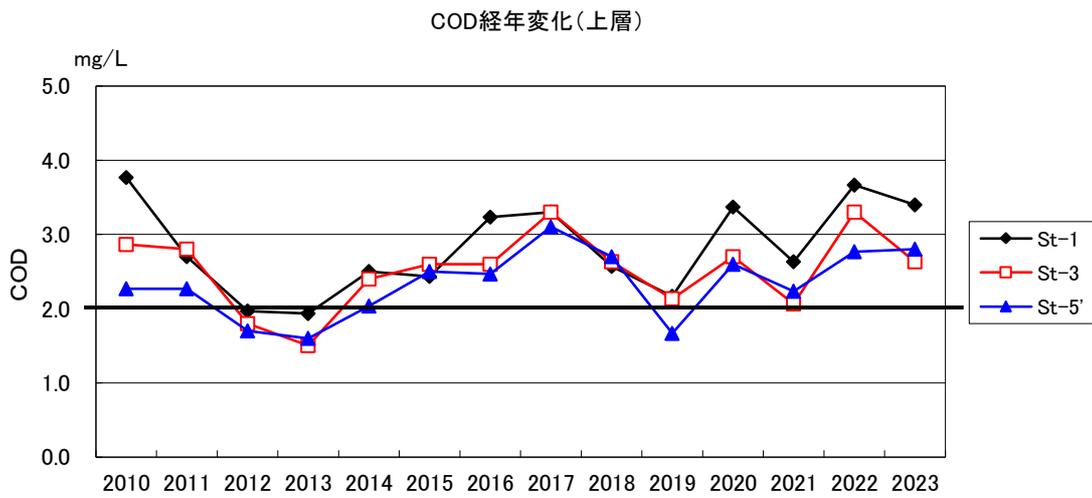
水質調査結果の概要（月平均値）

4) CODの経年変化

本調査は 2009 年 11 月から同じ調査地点において水質調査を継続しており、各年度に共通して調査を実施している 7～9 月の平均値の経年変化は図のとおりである。

2017 年度には湾内の 3 地点とも 3.0mg/L を超え、震災後では最も高かったが、その後は低下し、2019 年度は St-5' が環境基準値 2.0mg/L を下回った。

一転、その後は増減を繰り返しながら徐々に増加し、3 地点とも環境基準を上回っている。今年度の測定結果は、前年とほぼ横ばいといえる。



大船渡湾のCOD経年変化(上層)

注) 7～9月の平均値

3.2 海水交流に関する検討

2023年7月から9月に測定した塩分から、ボックスの平均塩分を求めた結果を表3-7に示した。また、平均塩分から算出した流量比 λ を合わせて示した。

湾口における海水交流量と河川流量の比 (λ) は、17.1~21.3 の範囲にあり、3か月の平均は19.7であった。

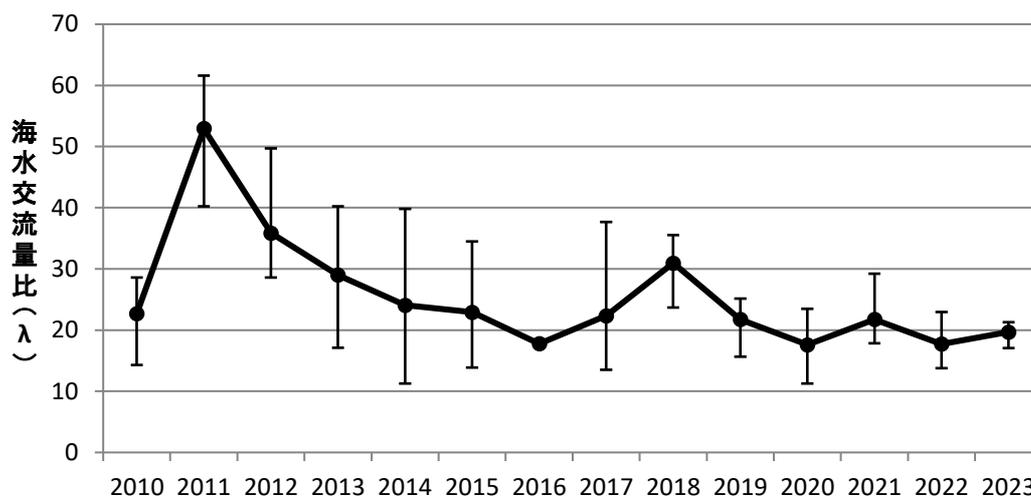
表3-7 測定値から算出した平均塩分と海水交流量比 λ
2023年

	7月	8月	9月	平均
S1	31.87	32.01	32.20	32.03
S2	33.38	33.95	33.60	33.64
S3	33.13	33.51	33.48	33.38
S4	33.37	33.88	33.76	33.67
$\lambda=Q/R$	21.3	17.1	20.7	19.7

河川流量に大きな変化がない場合には海水交流量比が大きいほど湾口の海水交流量が大いことを示している。

震災後の2011~2012年度は35.8~52.9であり、2011~2012年度は湾口の海水交流が増大したことがうかがわれる。湾口防波堤の復旧が進んだ2013年度は29.0、2014年度は24.1と低下し、2015年度には震災前と同程度の22.9と、変動範囲を考慮しても経年的な低下傾向がみられた。

2016年度以降は降雨の影響の程度により交流量比は変動しているが、大きな変動を除くと概ね20前後である。今年度は8月に降雨の影響があり、その影響を受けて8月の湾内上層の塩分が低く、 λ が低値となったと考えられるが3か月の平均値は19.7で経年的には大きな変化はなかった。



海水交流量比平均値と変動範囲の経年変化 (7月~9月)

注) 2016年度の8月は欠測のため7月、9月の平均

4 まとめ

本年度の環境関連調査は、7月から9月の湾内水質の測定と海水交流に関する検討を実施した。

1) 湾内水質調査

・本年度調査の気象条件の特徴は、気温が平年に比べて継続的に高めであったことがあげられる。調査を実施した7月～9月は平年値に対して気温は3～4℃高かった。

・湾奥部では各月とも透明度が低く、7月から9月まで3 m未満であった。湾全域で透明度は経年的に低下傾向を示している。

・水色は調査期間を通じて黄褐色ないし赤褐色を呈した。

・CODは上層の月平均値が2.8～3.2 mg/Lで、7月が最も高く、各月とも環境基準値2.0mg/Lを超えた。8月には湾奥のSt-1で3.8 mg/Lと最も高い値であった。

・鉛直測定結果によれば、底層における低酸素状態は9月が最も進行し、湾内の底層に広い範囲で低酸素状態がみられ、最深部では溶存酸素飽和度は20%未満であった。

・底層（底上1 m層）の溶存酸素（DO）は、9月に最も低下し水深30mを超える最深部では2 mg/L以下の低値がみられた。7月、8月はほぼ全地点で3.0 mg/Lを上回っており、生物3の環境基準値2.0mg/Lを満足した。

・全窒素は上層の月平均値が0.22～0.31mg/Lであり、8月、9月はⅡ類型の環境基準値0.3mg/Lを超えた。下層の月平均値は0.15～0.23mg/Lと、上層に比べて低値であった。

・下層で全りんが高い値を示しており、全りんのうち、およそ半分はりん酸態りんによるものであり、底層における溶出をうかがわせる。

2) 海水交流

・簡易なモデルにより湾口部の海水交流量比を算定した結果によると、今年度の海水交流量と河川流量の比（ λ ）は19.7であり、経年的には大きな変化はなかった。

・海水交流量比は河川水の流入量と湾の容積、湾口の形状などにより湾特有の値を持つと考えられるが、湾口防波堤が復旧した2015年度以降は20～22前後で推移している。

3 今後の課題

・陸域からの汚濁負荷が海域の水質に大きな影響を及ぼしていることは明らかであり、生活系排水については、公共下水道の整備や合併処理浄化槽の設置による負荷量削減に向けた取組が進められている。生活系の負荷量削減に加えて、産業系負荷量削減の取組や田畑、山林からの負荷量を削減する取組の強化が引き続き望まれる。

・湾内底層の溶存酸素（DO）は、7月～9月にかけて低酸素状態にあり、とくに水深 30 m以上の最深部では低酸素化が顕著である。

最深部の溶存酸素飽和度は最も低下する9月には 20%未満であった。このような最深部の低酸素化は経年的に進行しており、このまま無酸素状態となることは警戒しなければならない。

・上層の溶存酸素は過飽和状態にあり、水深 15m以浅については溶存酸素飽和度が 80%以上を示している。カキ養殖は水深 15m以浅で行われており、下層の低酸素水による直接の影響は受けていないと考えられる。

・湾内の透明度は経年的に低下している。流入する栄養塩類が湾内に蓄積していることが要因であり、栄養塩類や有機物の動態についてその実態究明が求められる。

・7月～9月の大船渡湾のCODは依然として水質環境基準を超過する傾向にあり、また、上層の水温は温暖化の影響により上昇していることなどから海域の水環境を監視する継続的な調査が求められる。