

瑞梅寺川における BOD 環境基準超過に関する一考察 (II)

八児裕樹・高村範亮・常松順子

福岡市保健環境研究所環境科学課

A Study of Exceeding of Environmental Quality Standards for BOD in Zuibaiji River (II)

Hiroki YACHIGO, Noriaki TAKAMURA and Junko TSUNEMATSU

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

平成 30 年度, 瑞梅寺川下流の環境基準点である昭代橋において, BOD の 75%値が 13 年ぶりに環境基準値を超過した. この原因は, 植物プランクトンによる内部生産の増加が一因と考えられた. 令和元年度は, 平成 30 年度と同様の調査を行うとともに, プランクトン優占種の調査を行った. その結果, BOD が環境基準を超過した 4 月及び 5 月は *Cryptomonas* 目のプランクトンが優占種であり, 8 月は, 同時期に今津湾周辺にて赤潮発生報告があった *Heterosigma akashiwo* が優占種だった. 塩化物イオン濃度と BOD の関係を解析したところ, BOD は, 塩化物イオン濃度が一定値よりも大きくなると環境基準を超過する頻度が高くなっていた. 今回の調査結果から, 昭代橋の BOD は, 海域からの影響を受けることで高くなる可能性が示唆された.

Key Words : 瑞梅寺川 Zuibaiji River, 植物プランクトン phytoplankton, BOD (生物化学的酸素要求量) Biochemical oxygen demand, クロロフィル a chlorophyll a, 内部生産 organic production

1 はじめに

瑞梅寺川は, 福岡市西部に位置し, 福岡市西区で今津湾に注ぐ二級河川である. 生活環境の保全に関する環境基準の類型指定は, 瑞梅寺川全域が A 類型 (BOD 基準値 2 mg/L 以下) に指定されている.

平成 30 年度, 瑞梅寺川下流の環境基準点である昭代橋において, BOD の 75%値が 13 年ぶりに環境基準値を超過した. この原因については, 植物プランクトンによる内部生産の増加が一因であり, 内部生産の増加には, 気象条件 (気温, 日射量及び降水量) と栄養塩類の増加が影響している可能性を既に報告した¹⁾.

令和元年度は, 平成 30 年度と同様の調査を行うとともに, プランクトン優占種の調査を行ったため, 結果を報告する.

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点の昭代橋を図 1 に示す. 昭代橋は瑞梅寺川の

河口部付近に位置しており, 潮汐により海水の影響を受ける汽水域である.

また, 昭代橋の上流約 500m の地点には図 2 に示す農業用の堰がある. 既報¹⁾ では, 少雨等で河川流量が少なくなると, 堰の下流側で河川水が滞留する可能性を報告している.



図 1 調査地点



図2 昭代橋上流の堰

2.2 調査項目及び調査期間

2.2.1 調査項目

調査項目は、本市における公共用水域の常時監視の項目（採水時気温、採水時水温、pH、BOD、COD、懸濁物質（SS）、溶存酸素（DO）、全窒素（T-N）、全りん（T-P）、電気伝導度（EC）、塩化物イオン（Cl⁻）及びクロロフィル a（Chl-a））とした。さらに、BOD に占める植物プランクトンの寄与を調べるために懸濁性 BOD 及び溶解性 BOD を追加項目とした。溶解性 BOD は、ガラス繊維フィルター（47 mm GF/C）でろ過したろ液の BOD とし、懸濁性 BOD は BOD から溶解性 BOD の値を差し引いて算出した。なお、溶解性 BOD の値が定量下限値 0.5 mg/L 未満の場合は、溶解性 BOD の値を 0.5 とし懸濁性 BOD を算出した。

また、BOD が環境基準値を上回った月は、その要因を把握するために、プランクトン優占種の調査を行った。さらに、4 月調査時に河川水が赤褐色を呈していたため、4 月調査の約 2 週間後に、植物プランクトンの分布状況を把握するために鉛直方向の水質調査（塩分、Chl-a、DO、pH）を行った。調査には、多項目水質計 Hydrolab Datasonde 5X を用いた。

気象データ（気温、降水量及び全天日射量）は、気象庁がホームページで提供している福岡管区気象台の月別値を用いた。

2.2.2 調査期間

調査期間は平成 31 年 4 月から令和 2 年 3 月までとし、月 1 回調査を行った。採水は干潮時刻の前後 1 時間半以内に実施した。多項目水質計を用いた鉛直分布調査の調査日時は、表 1 に示すとおりである。

なお、平成 30 年度以前については、福岡市水質測定結

果報告書²⁾ のデータを用いた。

表 1 調査日時

調査日	調査時刻	干潮時刻*
平成 31 年 4 月 17 日	14:00	14:18

※気象庁 HP の潮位表（地点：博多）から引用

3 調査結果及び考察

3.1 水質の測定結果

令和元年度の水質測定項目の測定結果を表 2 に示す。BOD は 4 月、5 月及び 8 月に環境基準値を上回ったが、環境基準の達成状況の年間評価に用いる 75%水質値は 1.5 mg/L であり、環境基準は達成した。Cl 濃度の範囲は 45~11000 mg/L であり、これは調査地点が汽水域であるためと考えられた。特に、4 月及び 5 月の Cl 濃度はそれぞれ 11000 mg/L、9000 mg/L であり、海水の比率が高かったと考えられた。なお、4 月調査では河川水が赤褐色を呈しており、赤潮のような現象が確認された。赤褐色は目視で濃淡がわかり、河床の方がより赤褐色が強かった。

BOD と Chl-a の散布図を図 3 に示す。BOD と Chl-a の間には相関係数 0.9202 の強い正の相関が認められ、平成 30 年度の結果¹⁾ と同様の傾向であった。

また、図 4 に溶解性 BOD 及び懸濁性 BOD の測定結果を示す。BOD が環境基準値を上回った 4 月、5 月及び 8 月では、懸濁性 BOD が占める割合が大きかった。そのため、令和元年度についても、植物プランクトンの増加は BOD の上昇に寄与したものと考えられた。

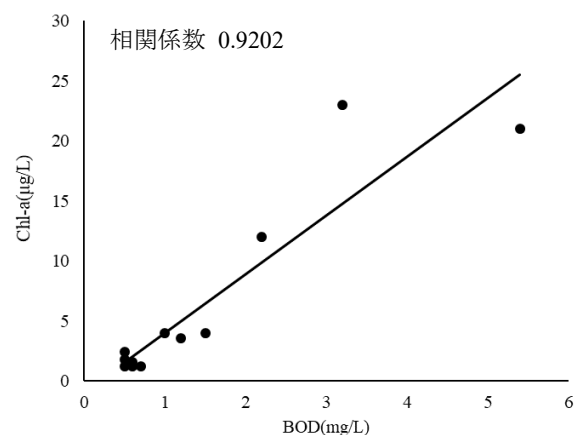


図 3 BOD と Chl-a の散布図

表 2 水質測定結果

調査年月	気温 (°C)	水温 (°C)	pH (-)	EC (mS/m)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Chl-a (µg/L)
平成 31 年 4 月	18.0	17.2	8.4	3300	13	5.4	7.5	7	1.8	0.10	11000	21
令和元年 5 月	28.0	26.6	7.6	2700	6.9	3.2	8.5	14	2.0	0.16	9000	23
6 月	25.5	27.4	7.4	2000	7.5	1.5	8.7	9	2.4	0.16	7100	4.0
7 月	23.5	25.5	7.4	2200	6.0	0.7	7.2	3	1.9	0.19	8500	1.2
8 月	35.3	34.1	8.0	2000	8.9	2.2	7.1	16	1.6	0.24	6800	12
9 月	32.7	29.5	7.5	640	8.4	1.0	4.9	7	2.2	0.13	2000	4.0
10 月	25.5	20.6	7.9	420	9.2	0.5	3.7	4	1.2	0.089	1200	1.8
11 月	21.0	20.2	7.9	1100	9.5	1.2	3.5	3	1.1	0.072	4100	3.6
12 月	16.2	15.1	7.6	830	9.9	0.6	3.4	9	1.5	0.077	2800	1.2
令和 2 年 1 月	11.8	12.9	7.4	540	10	0.6	5.2	15	2.1	0.11	1600	1.6
2 月	9.0	9.7	7.6	33	11	0.5	3.4	4	1.5	0.059	45	2.4
3 月	13.4	16.7	7.4	65	10	0.5	3.9	7	1.8	0.076	130	1.2
平均値	21.7	21.3	7.7	1300	9.2	1.5	5.6	8	1.8	0.12	4500	6.4
最大値	35.3	34.1	8.4	3300	13	5.4	8.7	16	2.4	0.24	11000	23
最小値	9.0	9.7	7.4	33	6.0	0.5	3.4	3	1.1	0.059	45	1.2

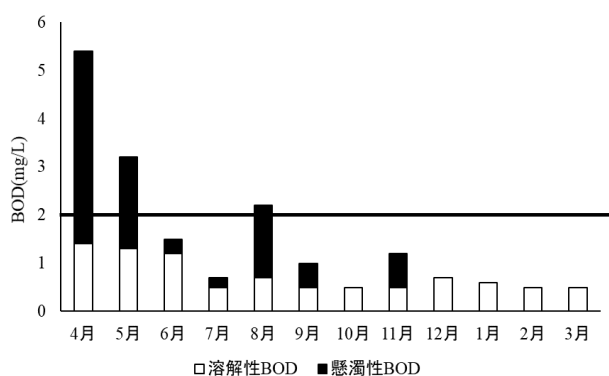


図 4 懸濁性 BOD 及び溶解性 BOD

3.2 プランクトン優占種の調査

プランクトン優占種の調査結果では、4 月及び 5 月は *Cryptomonas* 目のプランクトンが、8 月は *Heterosigma akashiwo* が優占種として確認された。*Cryptomonas* 目は淡水から海水まで広い水域でよく見られるプランクトン³⁾であり、*H. akashiwo* は河口から沖合まで広く分布するプランクトン⁴⁾である。

8 月調査の 1 週間前には、今津湾の東に位置する姪浜漁港周辺にて、*H. akashiwo* による赤潮発生が報告されていた。そのため、8 月調査では、海域で発生した植物プランクトンの影響により BOD が高くなった可能性が考えられた。なお、*H. akashiwo* は博多湾における赤潮原因種として報告されることが多い種であり、令和元年度は 5 月及び 10 月にも赤潮発生報告があった。

3.3 多項目水質計を用いた現地調査

図 5 に塩分の鉛直分布を示す。水深は約 0.6 m であった。塩分は、表層から底層まで概ね 16~20 の範囲内であった。一般的に海水の塩分は 34~35 程度であることから、一定の比率で海水が含まれていると考えられた。岩本⁵⁾は、吉井川河口域における *Cryptomonas stigmatica* 赤潮とその発生環境について調査を行い、*C. stigmatica* の増減は、Chl-a と同様の傾向を示すことと、赤潮発生時の Chl-a は塩分が 5~28 の範囲で高い値を示すが、塩分が 0~5, 29 以上では減少することを報告している。本調査で確認された *Cryptomonas* 目のプランクトンの種は不明だが、赤潮が確認された 4 月及び 5 月の Cl⁻濃度は他の月よりも高く、塩分に換算するとそれぞれ 20, 16 程度だったことから、*Cryptomonas* 目のプランクトンの増殖に適した条件だったと推察した。

図 6~8 に Chl-a, pH 及び溶存酸素の鉛直分布を示す。Chl-a 及び pH は、底層に近づくにつれて高くなる傾向が見られた。DO も、わずかに底層の方が高かった。調査日は一定の日照があり、植物プランクトンが光合成をした結果、pH 及び DO が高くなったと考えられたことから、底層により多くの植物プランクトンが存在していたことが推察された。このことは、調査時に見られた赤潮において、川床でより強い赤褐色を呈していたことと整合した。

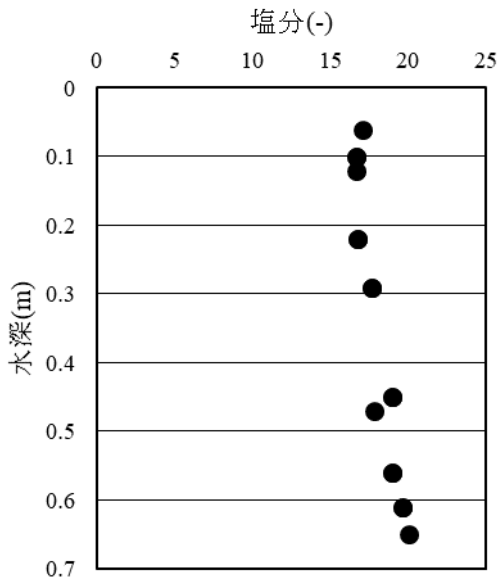


図5 塩分の鉛直分布

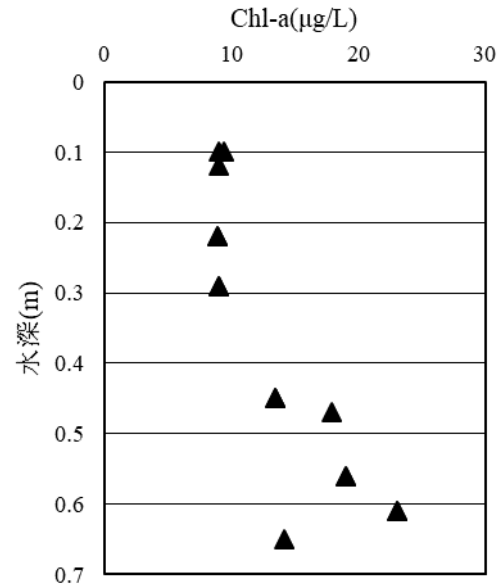


図7 pHの鉛直分布

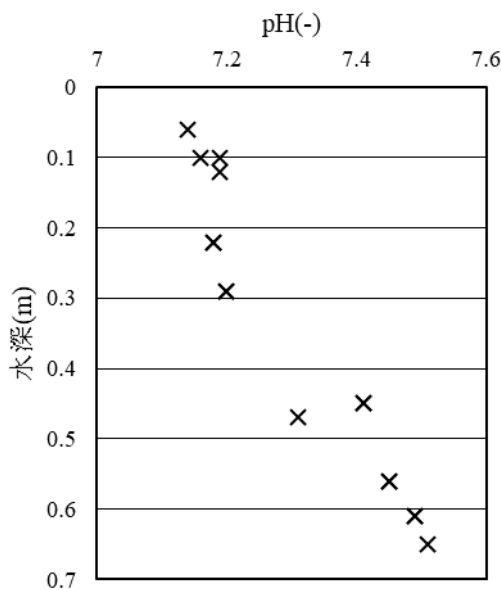


図6 Chl-aの鉛直分布

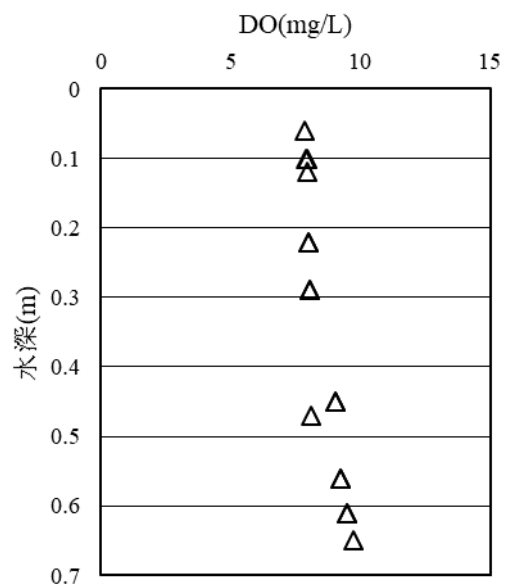


図8 溶存酸素の鉛直分布

3.4 気象データの解析

令和元年度の平均気温及び平均全天日射量をそれぞれ図9及び図10に示す。また、図11に平成30年度及び令和元年度の降水量の月合計の経月変化を示す。図中のエラーバーは例年（平成21年度から平成30年度まで）の最大値及び最小値を示している。平成30年度は8月以降、降雨が少ない傾向だった。これは令和元年度の6月まで続いたが、7月以降は概ね例年と同程度以上の降雨があった。

令和元年度のBODは、4月、5月及び8月に環境基準値を超過した。このうち4月と5月の気温及び全天日

射量は、4月は例年と同程度、5月は例年よりも高い（多い）傾向であり、降水量は4月、5月ともに例年よりも少なかった。既報¹⁾では、例年より気温及び日射量が高く（多く）、降水量が少ない気象条件が植物プランクトンの増殖に寄与し、BODに影響を及ぼすと推察しているが、4月及び5月はこの気象条件に近かった。さらに、4月及び5月調査時に昭代橋上流の堰を確認したところ、起立した状態であり上流からの越流はなかった。これは、降水量が少ない影響と考えた。越流がなかった結果、堰の下流側では河川水が滞留しており、河川水の滞留は植物プランクトンの増殖に寄与したと推察された。した

がって、4月及び5月の気象条件は、植物プランクトンの増殖に適した条件だったと考察した。

一方、8月は例年よりも気温は低く、全天日射量が少ない一方、降水量は多く、堰からの河川水の越流も確認された。4月及び5月と異なり、8月の気象条件とBOD

の関係性については、今回の調査では判然としなかった。8月については、3.2で述べたとおり海域で発生した赤潮の影響を受けた結果、BODは環境基準を超過したと考察した。

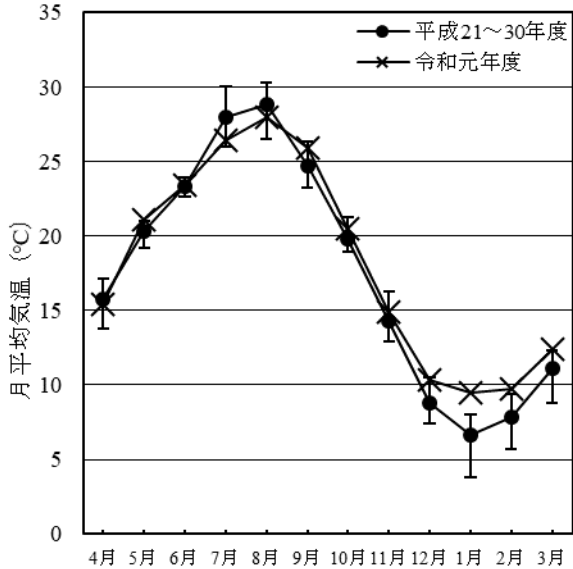


図9 月平均気温の経月変化

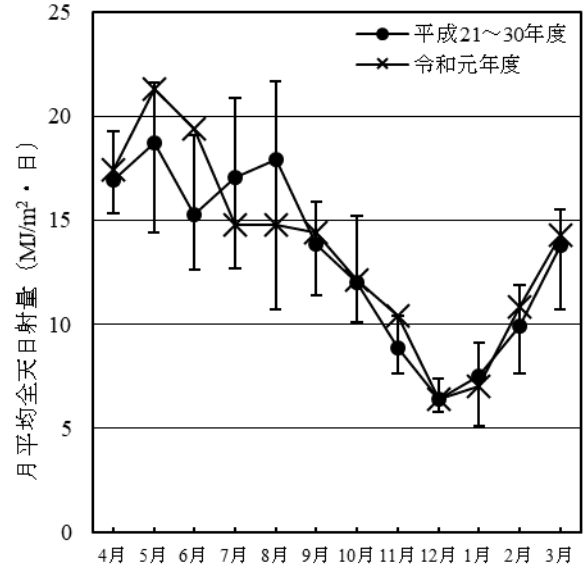


図10 平均全天日射量の経月変化

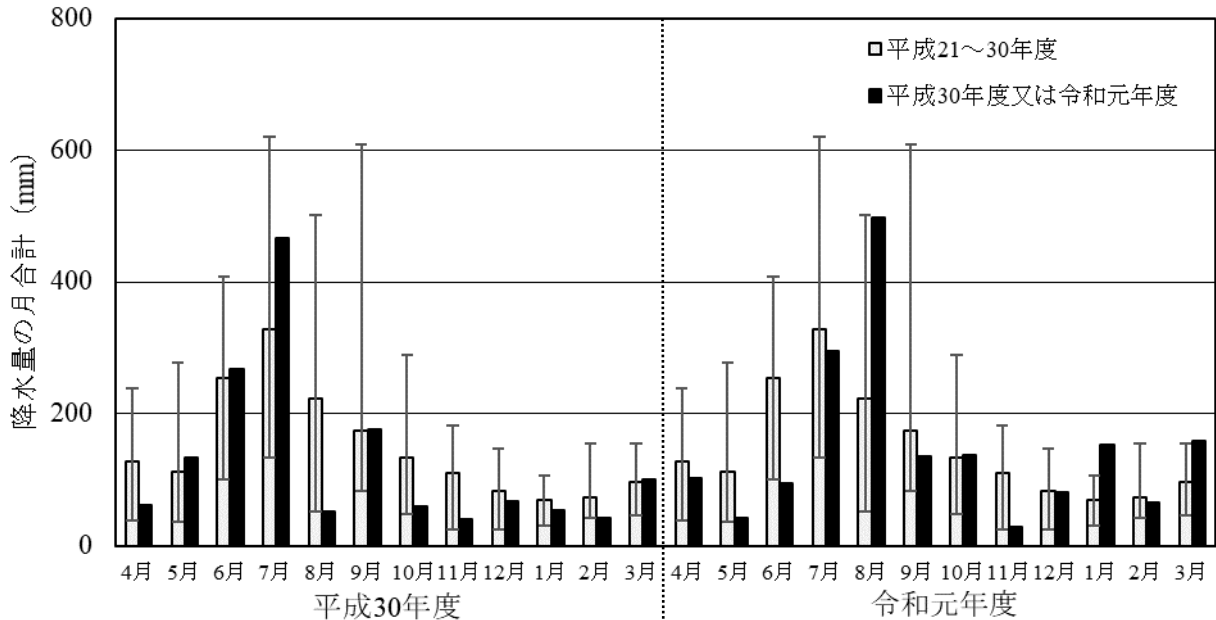


図11 降水量の月合計の経月変化

3.5 BODとCl⁻濃度の関係

BODが環境基準を超過した4月及び5月はCl⁻濃度が高かったこと、8月は海域で発生した赤潮の影響を受けた可能性が示唆されたことから、昭代橋のBODは海域の影響を受けていると推測した。そこで、海域

からの影響をみるために、昭代橋のBODとCl⁻濃度の関係を調査した。BODとCl⁻濃度の散布図を図12に示す。BODは、Cl⁻濃度が概ね4000 mg/Lを超えると環境基準値を上回る頻度が高くなっていった。Cl⁻濃度は、河川水に含まれる海水の比率とともに高くなると考えら

れるため、昭代橋の BOD は、海域からの影響を受けることで高くなることが推察された。

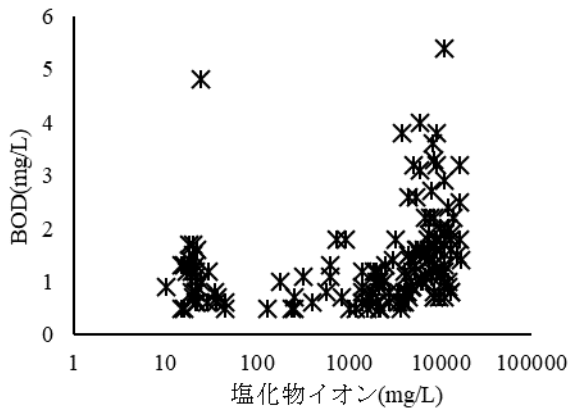


図 12 BOD と Cl⁻濃度の散布図
(平成 19 年度～令和元年度)

4 まとめ

平成 30 年度、瑞梅寺川下流の環境基準点である昭代橋において、BOD が 13 年ぶりに環境基準値を超過した。既報¹⁾ではこの原因について、植物プランクトンによる内部生産の増加が一因であると考察した。令和元年度は、平成 30 年度と同様の調査を行うとともに、プランクトン優占種の調査を行った。

その結果、既報¹⁾と同様に、植物プランクトンが BOD の上昇に影響を及ぼしていると考えられた。プランクトン優占種を調査したところ、4 月及び 5 月は、*Cryptomonas* 目のプランクトンが優占種だった。4 月に多項目水質計を用いた現地調査を行ったところ、調査地点の塩分は *Cryptomonas* 目の植物プランクトンの増殖に適した条件だったと推察された。また、気象デー

タを解析した結果、4 月及び 5 月の気象条件は植物プランクトンの増殖に適した条件だったと考えられた。

8 月は、同時期に今津湾周辺にて赤潮発生報告のあった *H. akashiwo* が優占種だった。8 月の気象条件は気温、全日射量ともに例年よりも低く（少なく）、降水量は多かったため、気象条件の影響については判然としなかったが、海域で発生した赤潮の影響により、BOD が環境基準を超過したものと推察した。

Cl⁻濃度と BOD の関係を解析した結果、BOD は、Cl⁻濃度が一定値よりも大きくなると環境基準を超過する頻度が高くなっていた。

今回の調査結果より、昭代橋の BOD は海域からの影響を受けることで高くなる可能性が示唆された。

文献

- 1) 八見裕樹，他：瑞梅寺川における BOD 環境基準超過に関する一考察，福岡市保健環境研究所報，44，63～67，2019
- 2) 福岡市環境局：福岡市水質測定結果報告書（2007 年度～2018 年度），2007～2019
- 3) 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター監修：やさしい日本の淡水プランクトン，37，合同出版株式会社，2009
- 4) 岩国市立微生物館監修：日本の海産プランクトン図鑑，155，共立出版株式会社，2013
- 5) 岩本俊樹：吉井川河口域で発生するクリプトモナス赤潮とその発生環境，岡山水研報告，29，56～60，2014