

水質調査及びアオコの発生・追跡調査の結果について

1. 水質定期調査

(1) 調査概要

大江川の浄化対策として過年度に導水を実施していた場合と、導水を実施しない場合の水質を調査し、過年度の調査結果との比較を行った。

表 0.1 水質調査の概要

調査地点	◇大江川調査地点 [8 地点] ・「1' 桃山橋」～「10 万寿橋」：上流から下流までの橋梁地点 ※ただし、7 馬目橋、c 築留橋を除く ◇大江川流入河川 [2 地点] ・地点 7：馬目橋（大江川上流域海津市管理区間との合流点） ・地点 c：築留橋（東大江川との合流地点） ◇揖斐川調査地点 [2 地点] ・地点 B'：油島大橋（揖斐川・大江川合流地点上流） ・地点 B：揖斐川・大江川合流地点下流 ※調査地点の詳細は図 2.1 参照
調査項目	水温、EC（電気伝導度）、pH（水素イオン濃度）、DO（溶存酸素）、SS（浮遊物質質量）、BOD（生物化学的酸素要求量）、T-P（総リン）、D-P（溶解性リン）、T-N（総窒素）、D-N（溶解性窒素）、クロロフィル a
調査頻度	1 週間に 1 回、火曜日に実施
採水時刻	午前 4～6 時に採水（平成 23 年度～平成 30 年度と同様）
採水深度	表層

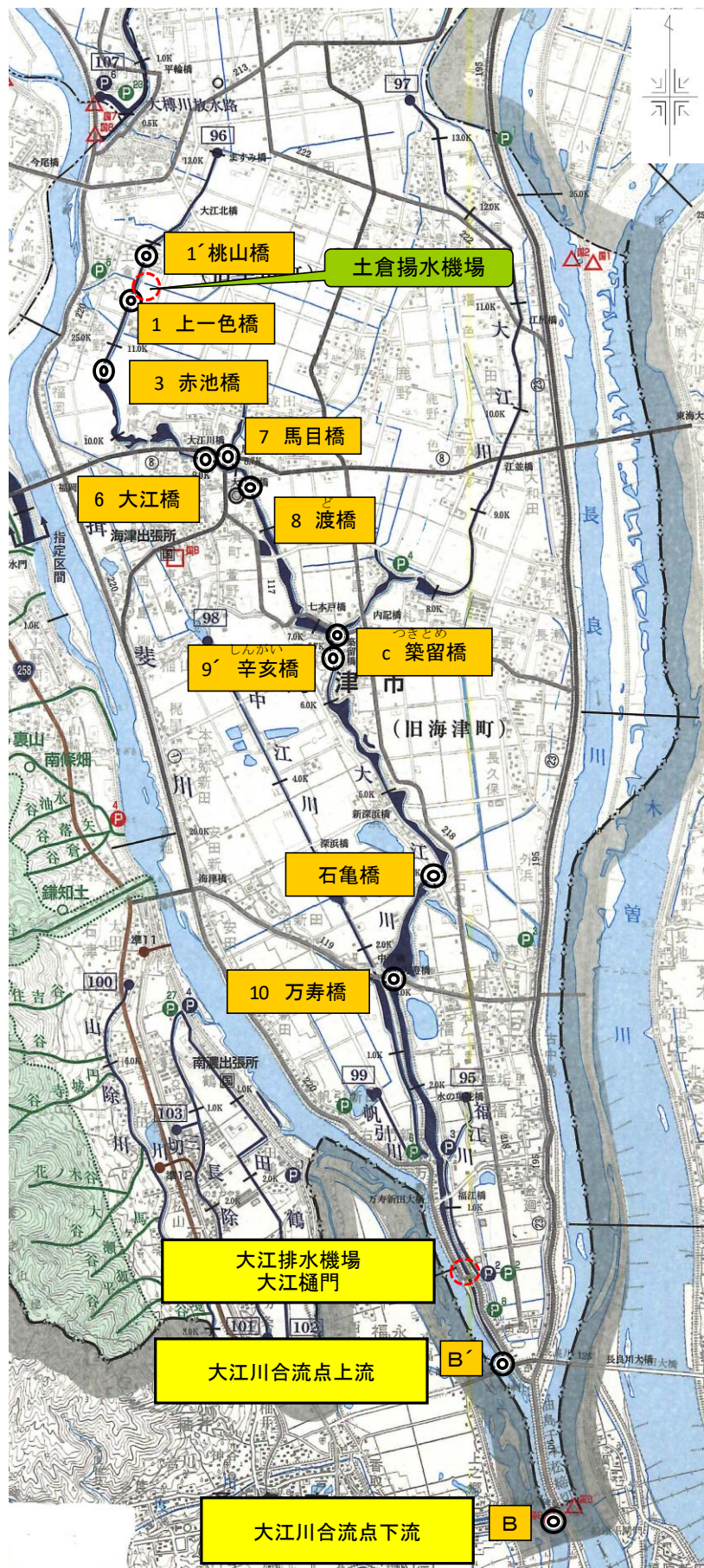


図 0.1 令和元年度 水質調査実施箇所

(2) 調査結果

① 大江川の水質について

- 令和元年度の総リン濃度は、桃山橋から赤池橋地点の上流域で富栄養化の指標とされている上限濃度 0.1 mg/L の 4～5 倍程度高かった。また、上流域の濃度は、大江橋から万寿橋の中下流域の観測地点より 2～3 倍程度高かった。(図 2.2、図 2.3)。
- 令和元年度の総窒素濃度は、いずれの地点においても富栄養化の指標とされている上限濃度 1.3mg/L より概ね高かったが、上下流域で比較した場合、総リンのような差は見られなかった(図 2.4、図 2.5)。
- 過年度は導水の効果により、導水地点から約 270m上流の桃山橋と導水地点下流の上一色橋、赤池橋の間でリン、窒素濃度の低下が見られたが、導水を実施していない2ヶ年(H30、R1)については、上流域における濃度の低下は見られなかった(図 2.2～図 2.5)。
- 平成 25 年度～令和元年度のアオコの発生状況をみると、年度によっては導水実施の有無にかかわらず、アオコレベル 3 以上が確認された(表 2.2)。
- 令和元年度は中流域(馬目橋付近)において、アオコの発生日数が例年に比べ少なかった(表 2.2)。
- 令和元年度の7月の気象状況は、水質調査を開始した平成 25 年度以降の6年間で降水量が最も多く、日照時間が最も短いため、全体的に平均気温が低かった(図 2.6、表 2.2)。
- 令和元年度においては、D0、SS、T-Nについては、導水を実施していた平成 25 年度から平成 29 年度の観測結果とそれほど差がみられず、水質悪化の傾向はみられなかった。一方、主要成分として指摘されているT-Pについては、中下流域に対して上流域が2～3 倍程度高かった。(表 0.3)。

【アオコの発生に至る基本的なメカニズム】

- ・ 滞留時間が十分であること(風が弱く、水の流れが穏やか)
- ・ 水温が 30℃近くあること
- ・ 栄養塩類(リン・窒素)が水中に高濃度存在すること
(T-P : 0.035～0.100mg/L、T-N : 0.500～1.300mg/L で富栄養状態)
- ・ pHは 6～9 程度
- ・ 日射量が十分であること

※ 平成 23 年度第 1 回協議会資料(資料 2「大江川の浄化対策について」p 5)より、富栄養状態の基準値は、
T-P : OECD (1982) Eutrophication of Waters
T-N : Sakamoto, M. (1966) Archiv fur Hydrobiologie 62, 1-28, 196 による。

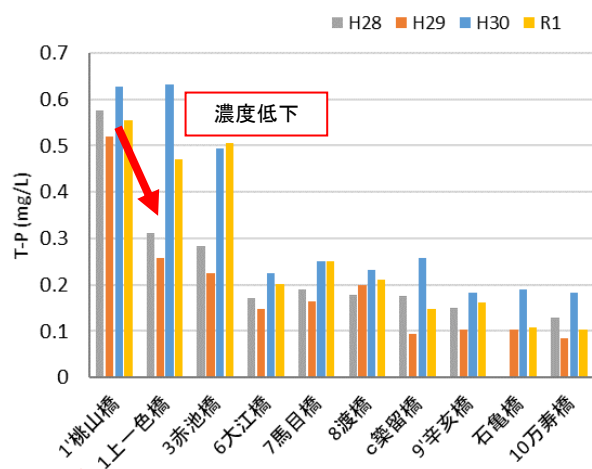
4. アオコ発生の基本的なメカニズム

- ① 滞留時間が十分であること（風が弱く、水の流れが穏やかであること）
- ② アオコ発生地点の域外からの流入、あるいは域内（底質（川底の泥））からの栄養塩の溶出、

富栄養化 レベル	T-P (総リン)	T-N (総窒素)	状態
富栄養	35～100 $\mu\text{g/l}$	500～1,300 $\mu\text{g/l}$	藍藻類による水の華が生じ、種々の利水上の障害が生じる。深水層での貧酸素化が進展する。
過栄養	200 $\mu\text{g/l}$ 以上		藍藻類による水の華が広い範囲にわたり生じ、それらの腐敗した悪臭に悩まされるようになる。

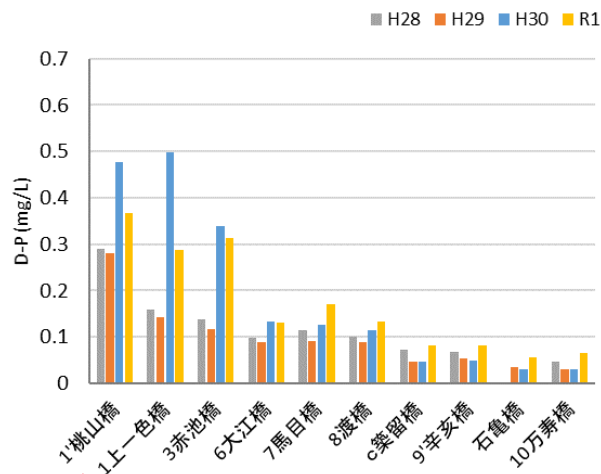
巻き上げにより、T-P（総リン）、T-N（総窒素）が水中に高濃度存在すること

- ③ 外温は 15～30℃であり、水温は 30℃近くあること
- ④ pHは 6～9 程度
- ⑤ 日射量が十分であること



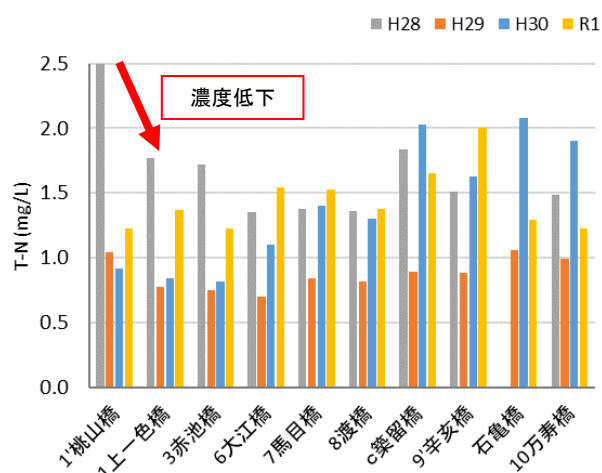
導水地点

図 0.2 総リン濃度



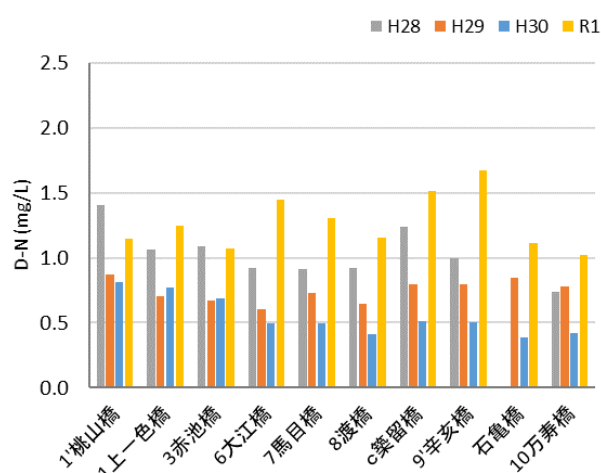
導水地点

図 0.3 溶解性リン濃度



導水地点

図 0.4 総窒素濃度



導水地点

図 0.5 溶解性窒素濃度

- ※ 1. H28 および H29 は導水期間中の平均値を示す。
 2. H30 および R1 は、7 月と 9 月はアオコがほとんど発生しておらず、アオコと水質の関係が分かりにくくなるおそれがあることから、便宜上アオコ発生 の最盛期である 8 月のデータを対象としている。
 3. 導水期間中の平均値であるため、その期間中に自然要因により導水を行っ ていない日の水質調査結果も含まれている。

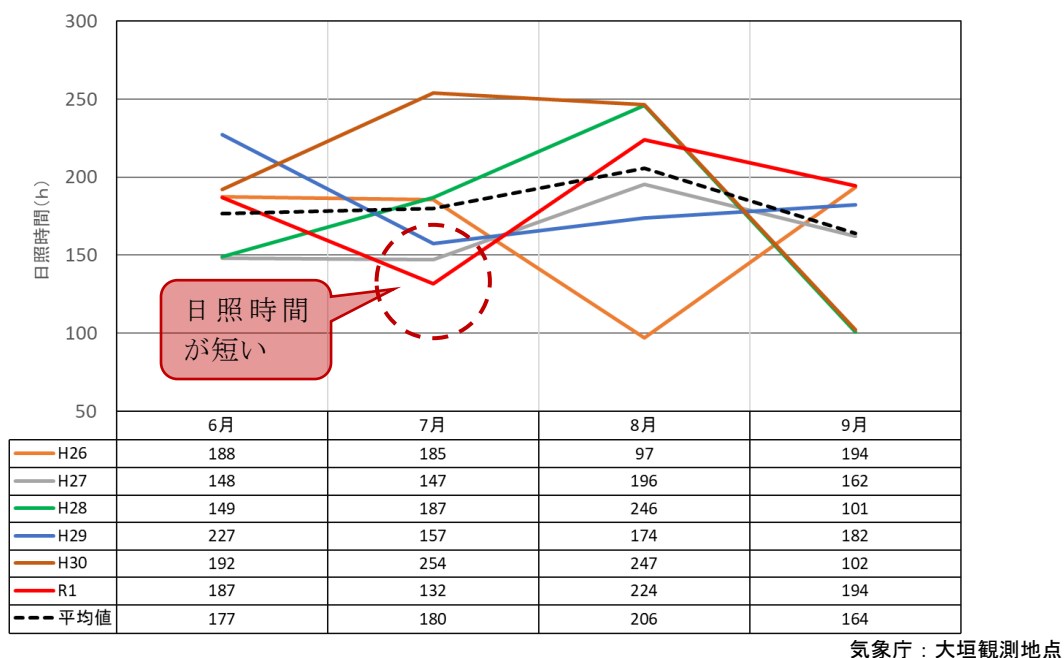


図 0.6 日照時間の比較

表 0.2 大江川（支川馬目橋付近）における気象状況とアオコの発生状況（H25～R1）

年度	月	気象状況			アオコ発生日数 (支川馬目橋付近)		アオコ対策		備考
		降水量 (mm)	日照 (時間)	気温 (℃)	アオコLv. 1～2 (日)	アオコLv. 3以上 (日)	導水の実施	フィルター材 による濾過	
H25	7月	224	197	31.6	5	4	7/12～9/19		
	8月	94	256	33.8	11	—			
	9月	506	214	29.8	3	—			
H26	7月	156	185	31.2	2	—	7/1～9/12		ウキクサの発生
	8月	324	97	29.4	5	—			
	9月	188	194	29.3	1	—			
H27	7月	210	147	30.3	—	—	7/3～9/17		
	8月	316	196	32.5	2	—			
	9月	278	162	28.2	25	—			
H28	7月	179	187	32.1	—	—	—		
	8月	92	246	34.0	29	2	8/17～9/28		
	9月	373	101	29.5	25	—			
H29	7月	202	157	31.1	12	—	—		
	8月	233	174	29.3	29	—	8/17～9/29		ウキクサの発生
	9月	134	182	25.3	8	—			
H30	7月	207	254	32	6	—	—		
	8月	131	247	32.2	27	3		○	
	9月	347	102	27.7	12	—			
R1	7月	491	132	28.3	3	—	—		
	8月	175	224	30.5	9	—		○	
	9月	102	194	27.0	—	—			

※気温・降水量：海津市パトロール結果（14時時点観測データ）

※平成26年度9月平均気温は、9月1日～9月20日までの平均値を示す。

※日照時間：気象庁：大垣観測地点

表 0.3 平成 25 年度～令和元年度の調査結果（7 月～9 月）

7 月平均値

地点名	比較区分	水温 (°C)	pH	DO (mg/L)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)
上流域 1' 桃山橋～3 赤池橋	H25 年度	26.9	7.5	6.5	15.9	1.2	0.33	1.6	2.5
	H26 年度	24.2	7.3	7.2	18.3	1.3	0.22	1.7	4.1
	H27 年度	24.1	7.3	6.4	11.3	1.2	0.36	2.1	2.1
	H28 年度	25.2	7.1	4.5	15.3	1.2	0.59	2.8	2.1
	H29 年度	26.8	7.2	5.7	9.0	1.5	0.57	1.3	10.4
	H30 年度	28.3	7.5	6.9	7.9	1.8	0.56	1.0	4.0
	R1 年度	25.3	7.1	5.7	12.5	1.9	0.47	1.4	2.9
中流域 6 大江橋～8 渡橋	H25 年度	29.3	7.9	7.3	8.4	2.2	0.19	1.3	12.2
	H26 年度	26.6	7.6	6.7	9.9	1.7	0.17	1.6	20.0
	H27 年度	25.9	7.6	7.4	6.3	1.5	0.16	1.4	9.7
	H28 年度	26.2	7.6	7.5	6.7	1.8	0.17	1.6	15.9
	H29 年度	28.3	7.4	6.1	6.7	1.6	0.22	1.0	19.3
	H30 年度	29.9	7.9	6.9	7.5	2.2	0.24	0.8	13.8
	R1 年度	25.9	7.4	6.5	8.3	2.1	0.24	1.2	12.7
下流域 c 築留橋～10 万寿橋	H25 年度	28.4	8.6	9.9	22.0	5.3	0.14	1.6	64.4
	H26 年度	27.8	7.4	6.5	7.0	2.1	0.13	1.7	15.4
	H27 年度	26.7	7.6	7.6	4.5	1.6	0.11	1.7	9.6
	H28 年度	26.7	7.5	7.5	5.8	1.7	0.12	1.8	15.5
	H29 年度	28.1	7.4	6.6	7.3	1.8	0.15	1.1	29.6
	H30 年度	29.5	8.1	8.1	10.4	2.9	0.17	1.2	29.1
	R1 年度	25.8	7.4	5.9	7.9	1.9	0.15	1.3	8.7

8 月平均値

地点名	比較区分	水温 (°C)	pH	DO (mg/L)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)
上流域 1' 桃山橋～3 赤池橋	H25 年度	25.6	7.3	6.7	12	0.9	0.26	1.5	2.3
	H26 年度	25.3	7.2	6.0	11.9	0.9	0.28	2.2	2.1
	H27 年度	26.3	7.2	5.4	9.2	1.4	0.34	2.4	2.1
	H28 年度	26.1	7.4	5.8	13.9	1.3	0.47	2.0	3.7
	H29 年度	26.0	7.3	5.4	11.3	1.3	0.39	1.4	4.1
	H30 年度	28.0	7.3	5.6	8.5	2.0	0.59	0.9	3.9
	R1 年度	27.9	7.4	4.5	13.3	1.8	0.51	1.3	4.3
中流域 6 大江橋～8 渡橋	H25 年度	28.3	7.6	7.1	7.7	1.5	0.18	1.3	13.4
	H26 年度	27.1	7.3	6.0	7.6	1.5	0.20	2.3	11.8
	H27 年度	27.8	7.6	6.6	5.8	1.5	0.18	1.6	9.9
	H28 年度	28.5	7.7	6.0	6.1	1.5	0.18	1.4	15.7
	H29 年度	27.7	7.6	6.7	10.5	2.3	0.19	1.4	33.1
	H30 年度	29.9	8.3	8.0	13.4	4.8	0.24	1.3	53.1
	R1 年度	29.8	7.9	7.2	10.5	2.7	0.22	1.5	25.5
下流域 c 築留橋～10 万寿橋	H25 年度	29.2	7.7	7.8	7.1	2.6	0.11	1.8	29.9
	H26 年度	28.4	7.2	5.8	6.5	1.3	0.14	2.3	8.6
	H27 年度	28.6	7.6	6.7	5.8	1.9	0.12	1.9	15.3
	H28 年度	29.3	7.9	6.9	11.9	2.8	0.14	1.7	51.7
	H29 年度	28.2	7.5	6.6	7.3	2.1	0.12	1.5	29.0
	H30 年度	29.8	8.7	9.7	20.4	7.4	0.20	1.9	92.1
	R1 年度	29.8	7.7	7.0	6.9	2.3	0.13	1.5	21.0

9 月平均値

地点名	比較区分	水温 (°C)	pH	DO (mg/L)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)
上流域 1' 桃山橋～3 赤池橋	H25 年度	23.3	7.2	5.8	17.3	1.7	0.52	2.2	4.4
	H26 年度	22.6	7.2	5.2	14.1	1.2	0.48	2.2	3.3
	H27 年度	22.1	7.1	5.0	14.4	1.4	0.42	2.3	1.3
	H28 年度	23.4	7.2	5.3	10.6	1.1	0.40	2.0	2.0
	H29 年度	22.2	7.3	6.0	13.5	1.1	0.37	0.9	4.7
	H30 年度	23.5	7.1	3.9	7.0	1.7	0.48	2.5	1.1
	R1 年度	25.8	7.4	5.4	8.6	1.6	0.43	1.2	1.9
中流域 6 大江橋～8 渡橋	H25 年度	24.2	7.3	6.1	12.8	1.4	0.27	1.8	9.1
	H26 年度	24.3	7.4	6.4	9.7	1.2	0.14	1.4	11.7
	H27 年度	23.2	7.3	5.8	7.9	1.3	0.22	1.7	6.2
	H28 年度	24.7	7.5	6.2	6.1	1.1	0.19	1.4	11.0
	H29 年度	23.8	7.6	6.6	7.7	1.4	0.17	0.8	13.6
	H30 年度	24.7	7.4	5.7	5.0	1.8	0.21	2.0	10.7
	R1 年度	27.2	7.6	6.5	6.2	2.0	0.18	1.5	10.2
下流域 c 築留橋～10 万寿橋	H25 年度	24.7	7.3	6.8	6.9	1.5	0.18	1.9	11.2
	H26 年度	24.6	7.3	5.9	6.6	1.2	0.11	1.8	9.1
	H27 年度	23.7	7.3	6.3	6.8	1.3	0.18	2.1	5.8
	H28 年度	26.0	7.5	5.9	7.3	1.4	0.15	1.6	16.8
	H29 年度	24.1	7.7	6.7	14.6	1.4	0.10	0.9	30.1
	H30 年度	25.0	7.5	6.8	7.0	2.3	0.13	1.9	19.9
	R1 年度	27.3	7.6	7.1	5.6	2.1	0.10	1.5	15.5

上流域：1' 桃山橋、1 上一色橋、3 赤池橋（25 年度は、2 中折橋で実施し、1' 桃山橋では無し）

中流域：6 大江橋、7 馬目橋、8 渡橋

下流域：c 築留橋、9' 辛亥橋、10 万寿橋（石亀橋は平成 28 年度、29 年度、令和元年度に実施、25 年度は 9' 無し）

※導水を実施した年度（H25～H29）についても、導水未実施期間のデータも含めて各月で平均をとっている。

② 揖斐川の水質について

- 大江川合流地点の上下流地点 B' と地点 B では、BOD、T-P、T-N の濃度に顕著な差がみられないことから、大江川の水質が揖斐川の水質に与える影響について明瞭な傾向は確認されない。

表 0.4 水質調査結果（揖斐川大江川合流前後）

地点名	比較区分	水温 (°C)	pH	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)
揖斐川 地点A (取水点) <参考>	H24導水期間外	24.9	6.9	0.8	0.06	0.9	2
	H25導水期間	24.1	7.5	0.7	0.05	0.8	2
	H26導水期間	23.8	7.4	0.8	0.07	0.9	1
	H27導水期間	23.1	7.5	0.9	0.05	0.8	1
	H28導水期間	23.8	7.5	0.6	0.07	0.9	1
	H29導水期間	—	—	—	—	—	—
	H30調査期間	—	—	—	—	—	—
	R1調査期間	—	—	—	—	—	—
揖斐川 地点B' (油島大橋) 大江川合流前	H24導水期間外	—	—	—	—	—	—
	H25導水期間	—	—	—	—	—	—
	H26導水期間	24.6	7.4	0.6	0.07	1.0	15
	H27導水期間	24.3	7.5	0.9	0.06	0.9	5
	H28導水期間	24.7	7.4	0.5	0.08	1.0	4
	H29導水期間	24.1	7.7	1.2	0.12	0.8	25
	H30調査期間	24.2	7.7	1.2	0.08	0.7	5
	R1調査期間	23.7	7.6	1.0	0.07	0.8	2
揖斐川 地点B 大江川合流後	H24導水期間外	26.0	6.9	0.9	0.07	0.9	5
	H25導水期間	24.9	7.4	1.0	0.07	0.9	3
	H26導水期間	24.9	7.3	0.7	0.08	1.0	15
	H27導水期間	24.4	7.5	1.1	0.07	0.9	6
	H28導水期間	25.3	7.4	0.7	0.09	1.1	5
	H29導水期間	23.1	7.5	1.3	0.08	0.7	5
	H30調査期間	24.4	7.6	1.2	0.09	0.7	7
	R1調査期間	23.7	7.5	1.0	0.08	0.7	2

顕著な変化はみられない

※水質調査結果の値は導水期間中および導水期間外（H30、R1は調査期間中）の平均値

地点A：揖斐川中江揚水機場の取水地点

地点B'：揖斐川油島大橋（揖斐川・大江川地点合流直上流）

地点B：揖斐川・大江川合流地点直下流

2. アオコの追跡調査

(1) 調査概要

アオコの発生源と、その移動の状況を把握するためにアオコの追跡調査を行った。
調査の概要および調査地点を以下に示す。

表 0.5 アオコの追跡調査の概要

①水質・現地 状況調査	◇調査地点 ・大江川 中流域：地点 6（大江橋）、地点 7（馬目橋）、地点 8（渡橋） 計 3 地点 - 下流域：石亀橋 1 地点 ・中江川：中江橋、花こ橋 ◇調査項目 ・水質調査：pH、DO、BOD、SS、T-P、T-N、動植物プランクトン※ ・現地状況調査：天候、水深、水温（表層、中層、底層）、電気伝導度、気温、現地の景観等 ◇調査頻度 調査期間：7 月 8 日～9 月 12 日 ・水質調査および現地状況調査：週 3 回（月、水、金曜日） ◇調査時刻 ・水質調査：11 時～14 時 ・現地状況調査：9 時～18 時（朝・昼・夕の 3 回）
②定点カメラ 撮影	◇調査地点 ・中流域：地点 7（馬目橋）、馬目橋上流地点、地点 8（渡橋） 計 3 地点 - 下流域：石亀橋 1 地点 ◇調査頻度 7 月 8 日～9 月 12 日の期間中、週 3 回（月、水、金曜日） ◇調査時刻 9：00～17：00
流速・水位 調査	◇調査地点 - 中流域：地点 7（馬目橋） 計 2 地点 - 下流域：石亀橋 1 地点 （水位調査は地点 6 と石亀橋の 2 地点） - 中江川：中江橋 1 地点 ◇調査頻度 7 月 5 日～8 月 29 日の 2 ヶ月（連続観測）

※動植物プランクトン調査は、種構成（優占種）の把握を目的とした内容とし、アオコ発生初期、アオコ発生最盛期、アオコ収束期の合計 3 回実施した。



図 0.7 令和元年度 アオコの追跡調査実施箇所

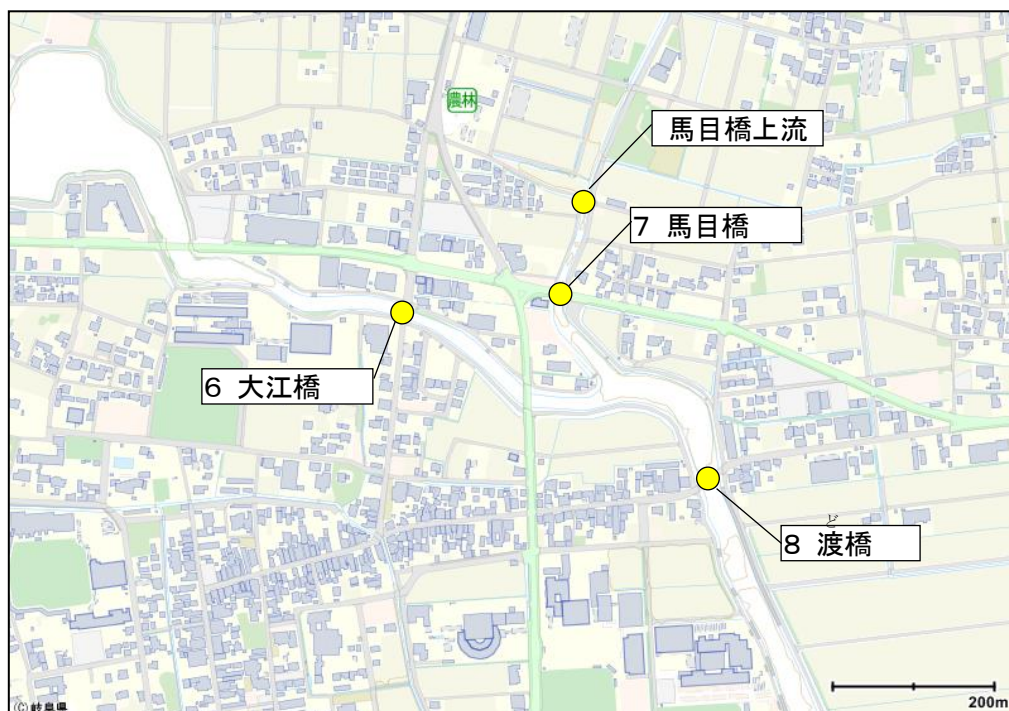


図 0.8 令和元年度 アオコの追跡調査実施箇所（拡大図）

(2) 調査結果

① 気象状況

- 7月下旬から8月中旬は猛暑日が多く、表層水温は30℃以上で推移した。梅雨が明けた7月24日以降は急激に気温が上昇している。
- 表層水温は6地点間において、最も水温差が大きかった7月12日（夕）で石亀橋と中江橋において3.4℃と、大きな差はなかった。また、表層と底層の間で最も水温差があったのは7月29日の大江橋で、6.0℃であった。底層水温は馬目橋で高く、大江橋で低い傾向にあった。水深の深い大江橋や石亀橋では、表層から中層、底層にいくにつれて水温が低くなっていた。
- 降雨後は水温が低下し、表層と底層の水温差が小さくなっている。

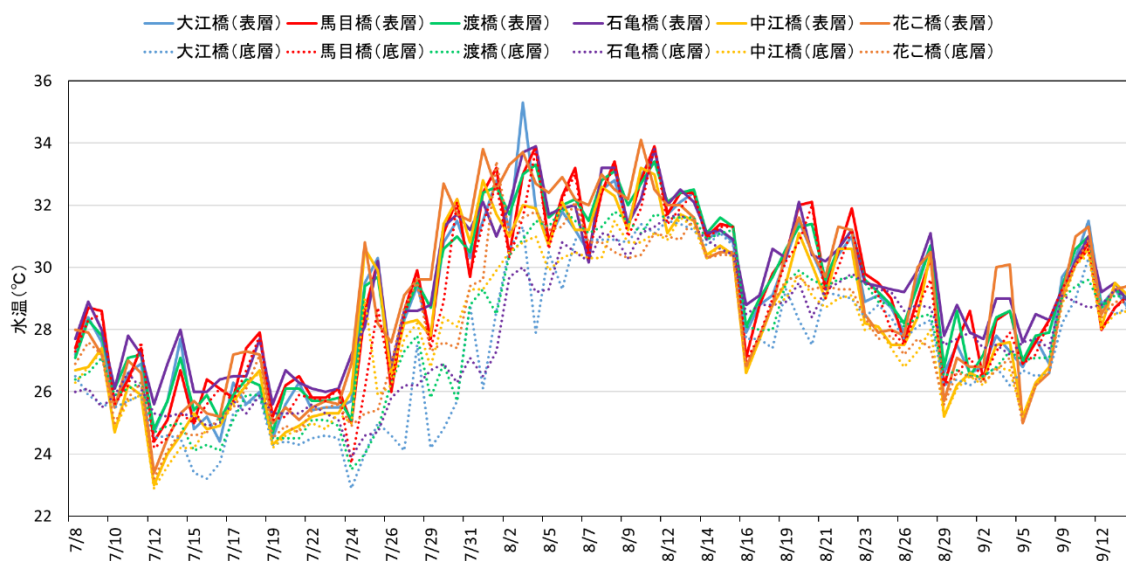
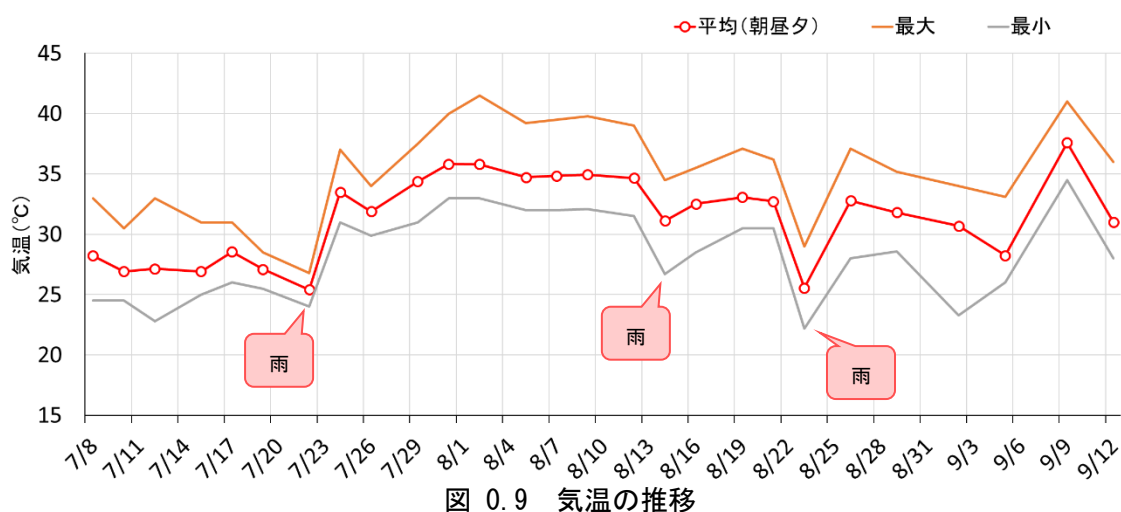


表 0.6 水深および層別水温

	地点	平均水深 (m)	平均水温 (°C)		
			表層	中層	底層
大江川	大江橋	2.0	28.9	28.0	27.4
	馬目橋	1.2	29.1	28.9	28.7
	渡橋	2.1	29.1	28.4	28.0
	石亀橋	3.2	29.4	28.6	28.0
中江川	中江橋	1.4	28.5	28.1	27.8
	花こ橋	1.6	29.1	28.3	28.0

② アオコの発生状況について

1) 令和元年度

- 令和元年度の大江川におけるアオコの発生は昨年に比べて非常に少なく、アオコレベルは0～2で推移した。また、調査期間中のアオコ発生の初確認日は、下流へいくほど早かった。平成25年～令和元年の7年間でみると、令和元年度（12日間）は平成26年度（8日間）に次いでアオコの発生日数が少なかった（図2.11）。
- 大江川におけるアオコの発生期間は水温の高い8月上旬～下旬に集中しており、下流へいくほどアオコレベル2が継続して確認される傾向がみられた。
- 中江川は、大江川より早い時期から頻繁にアオコが発生していた。中江川の方が大江川に比べ、相対的に富栄養化が進んでいることが原因であると考えられる（⑤水質調査結果、⑥プランクトンの発生状況 参照）。
- 大江川と中江川でアオコが消失する時期に大きな差はなく、いずれの地点においても概ね8月末に表層水温が低下し30℃を下回ったため、9月上～中旬にはアオコの発生が収束したと考えられる。

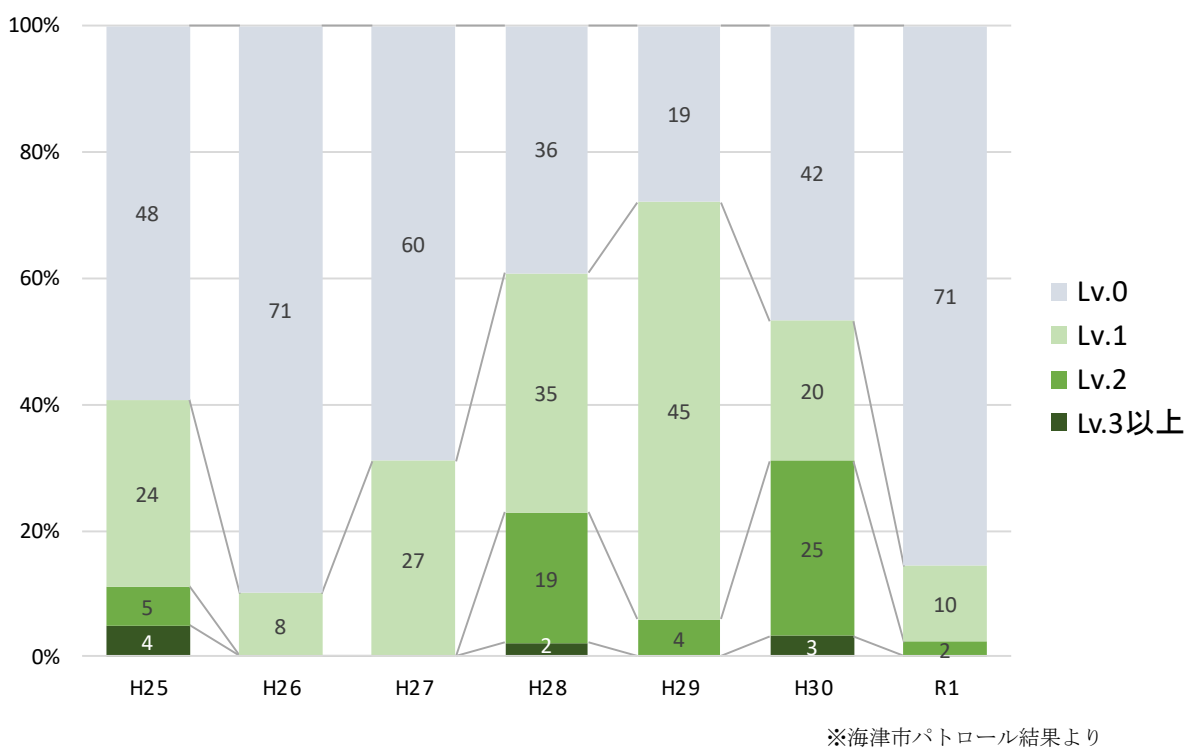


図 0.11 支川馬目橋付近におけるアオコレベルの日数割合（H25～R1）

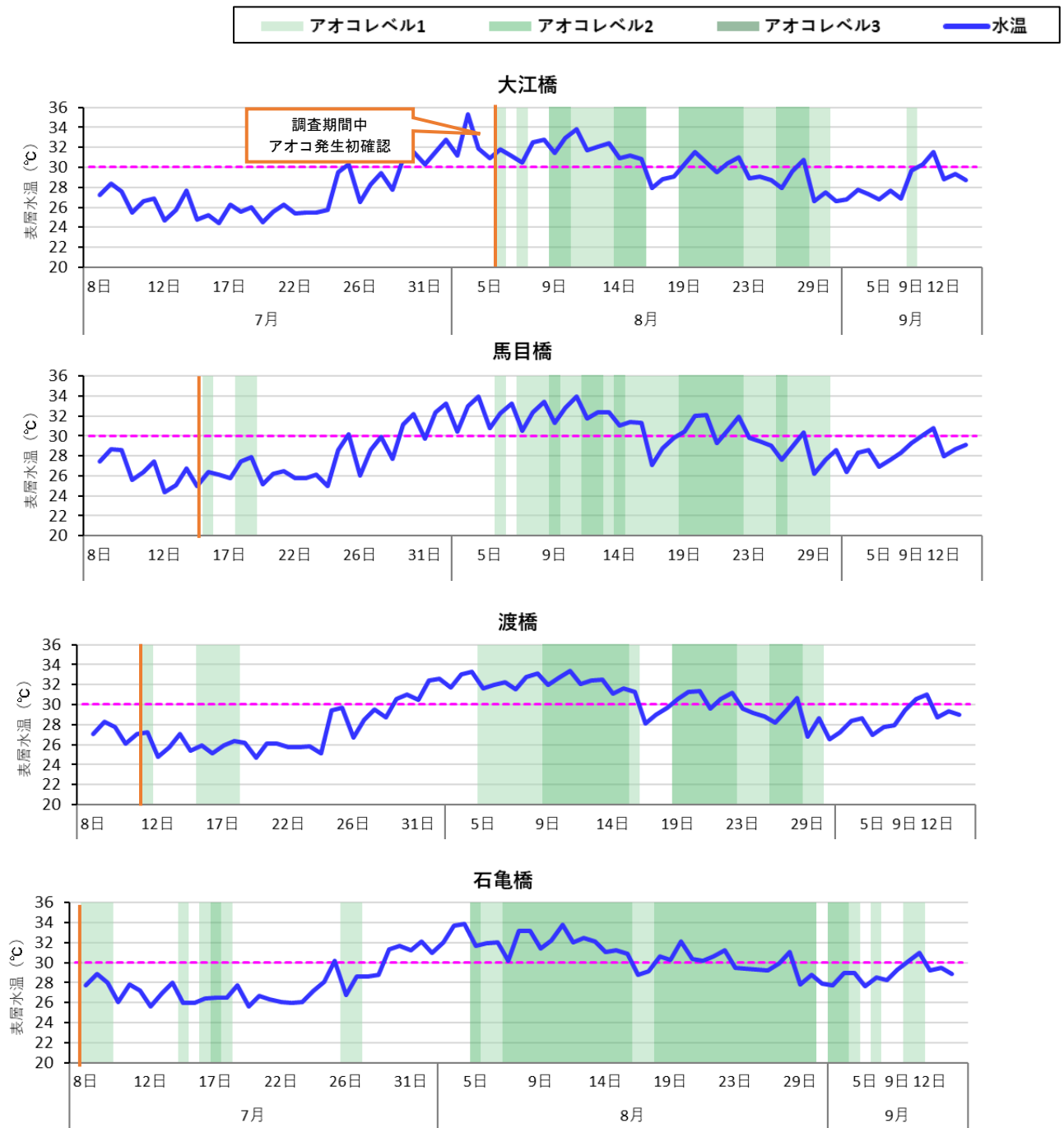


図 0.12 アオコレベルと水温の推移 (大江川)

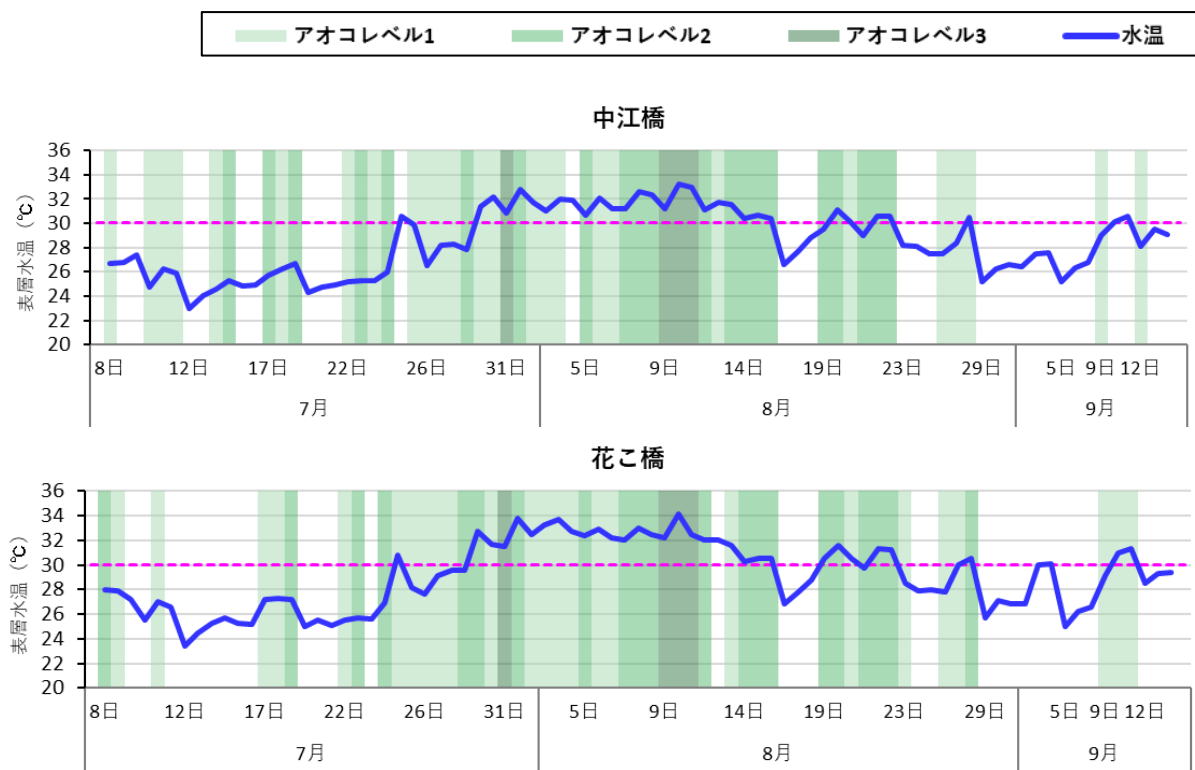
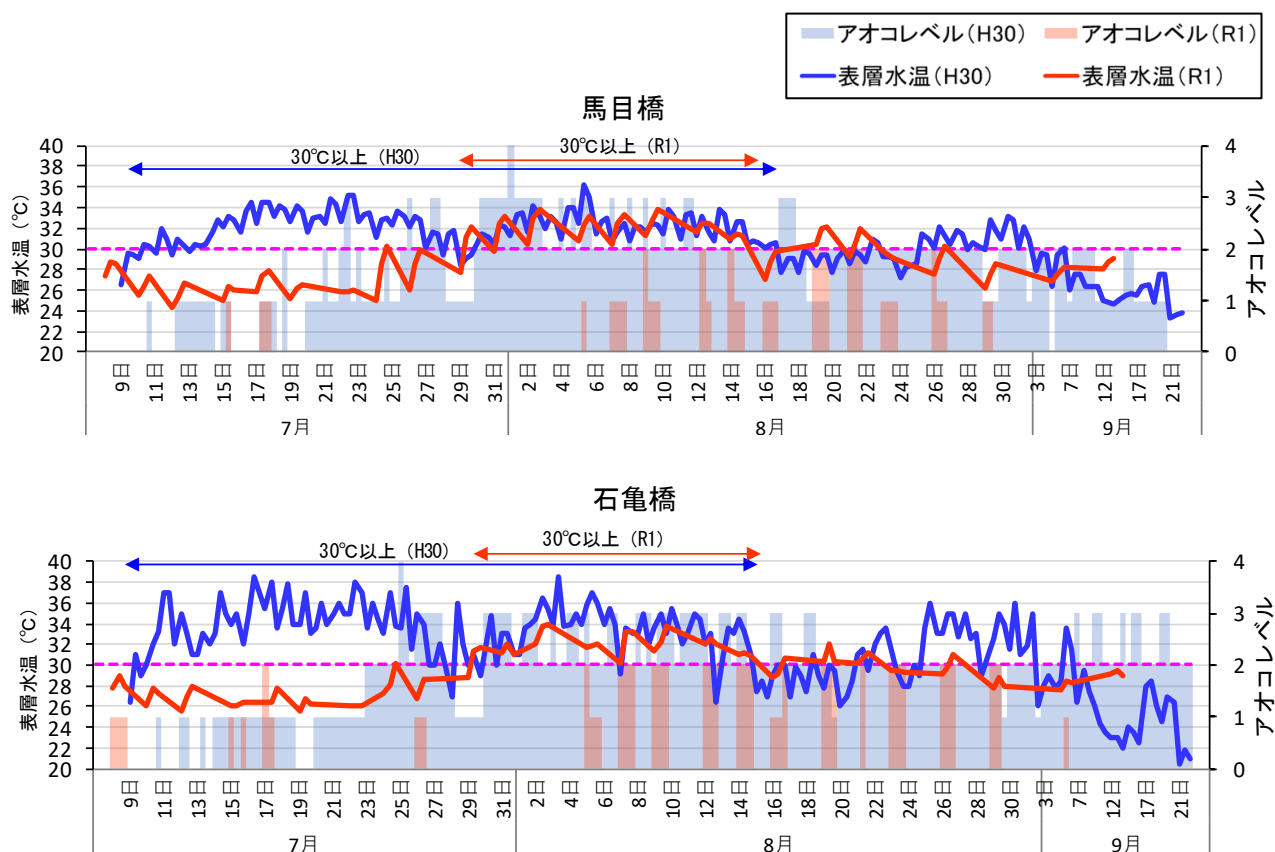


図 0.13 アオコレベルと水温の推移（中江川）

2) 令和元年度と平成 30 年度の比較

- 令和元年度は、中流域（馬目橋）、下流域（石亀橋）のどちらにおいてもアオコが発生し始める 7 月の表層水温が低く、水温が 30℃を超え始める時期が平成 25 年度から 30 年度までの中下流域の平均水温が最も高かった平成 30 年度に比べて 3 週間程度遅くなった。
- それにより、表層水温が継続的に 30℃を超える期間は平成 30 年度の半分以下となった。
- 平成 30 年度の調査では、水温が 30℃を超えてから連続して晴れが 2 週間続いた後、アオコの発生が確認された。今年度は水温が 30℃を超えてから晴れが 2 週間程度続いたが、その直後から 9 月はじめまで雨が続いたことで、アオコレベル 2 を超えることなくアオコの発生が収束したと考えられる。

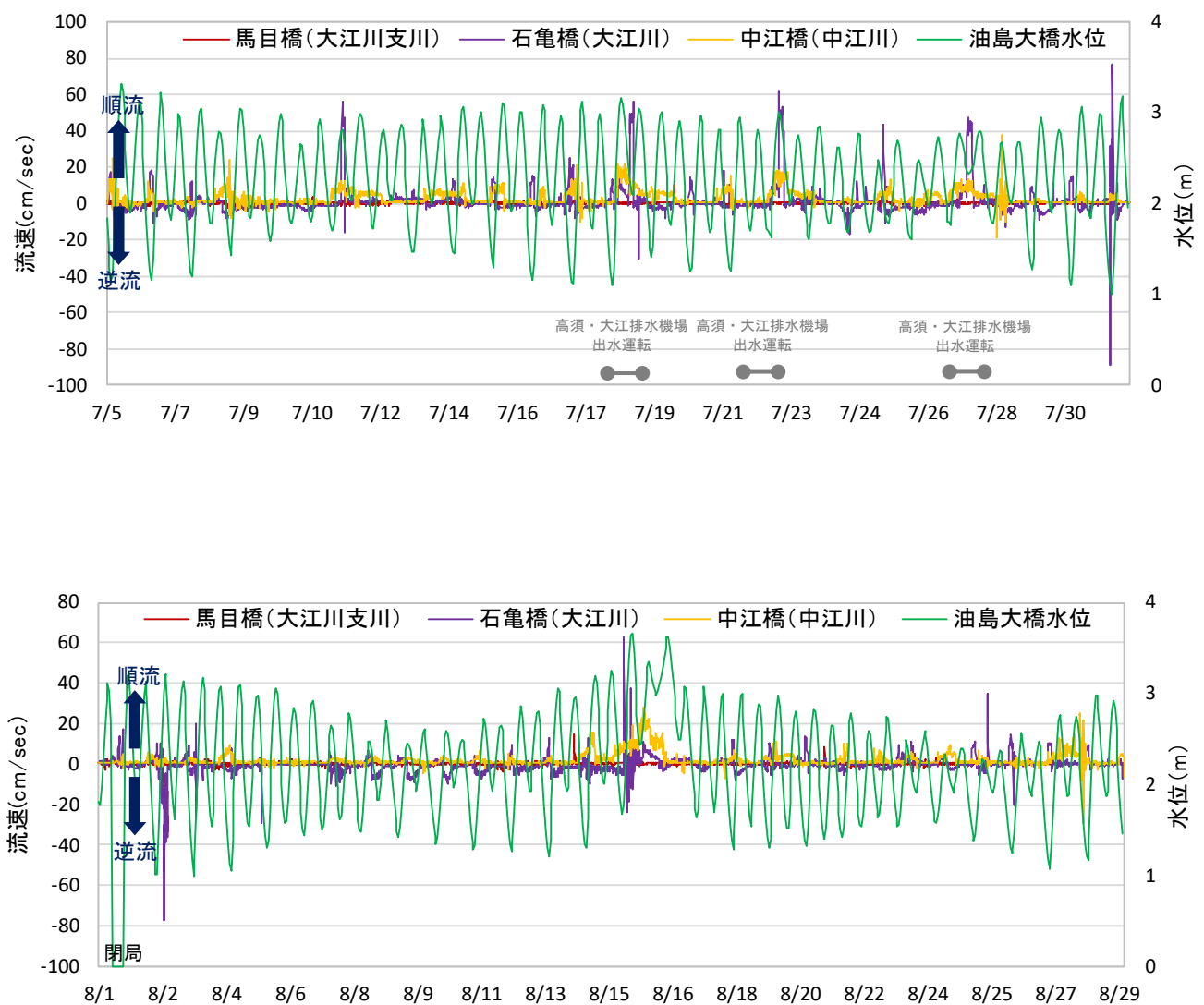


※H30 と R1 では調査頻度が異なるため、R1 において調査を行っていない日のアオコレベルは 0 として示されている。

図 0.14 平成 30 年度と令和元年度のアオコレベルおよび水温の比較

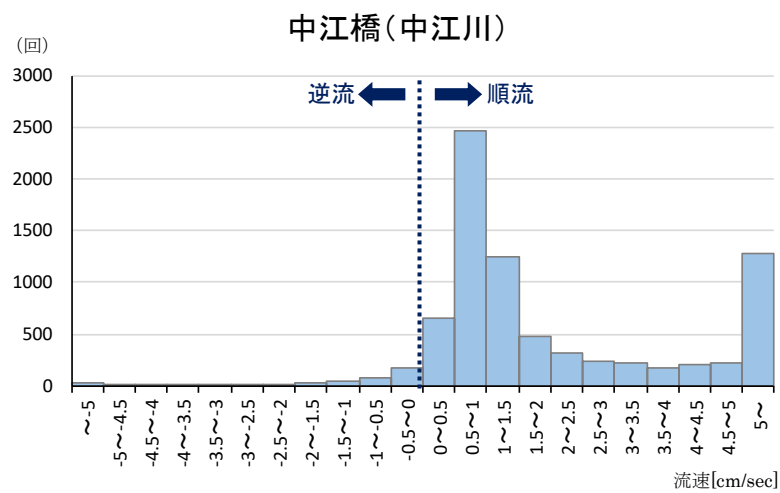
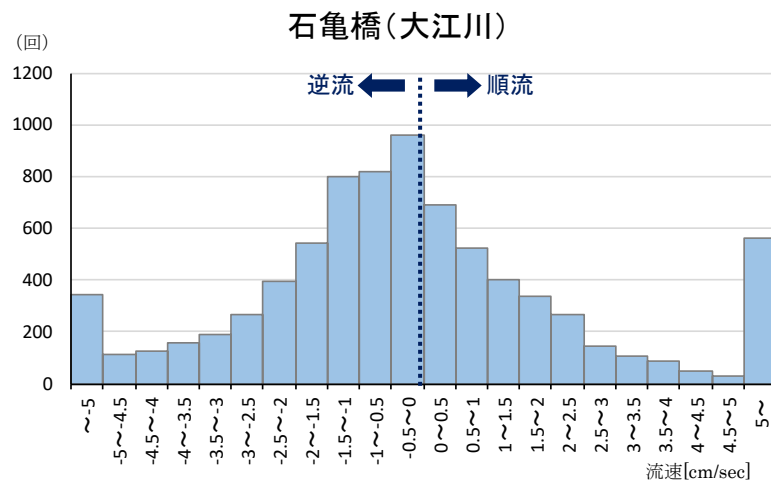
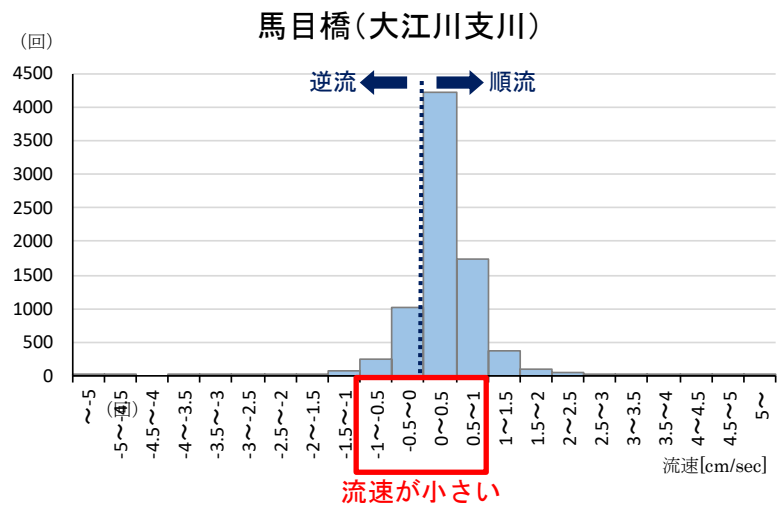
③ 大江川および中江川の流速について

- 馬目橋（大江川支川）では流速が小さく、 $\pm 1\text{cm/秒}$ 以下の流速が約 9 割を占めていた。また、逆流の発生は約 17%を占めていた。
- 石亀橋（大江川）では流速の変動が大きく、時間帯によって上下流の両方向に流れが生じていた。逆流の発生が 57%を占めており、アオコ発生時には、水の流れに伴いアオコが移動・拡散していると考えられる。
- 中江橋（中江川）では流速が小さく、 $\pm 1\text{cm/秒}$ 以下の流速が約 4 割を占めていた。また、逆流の発生割合は約 5%と低かった。



高須・大江排水機場の運転により大江川の水が排水される

図 0.15 流速の推移



※7月5日～8月29日まで10分間隔の全測定値

図 0.16 流速の頻度分布

④ 大江川および中江川の水面の状況

- 中江川の2地点（中江橋、花こ橋）では、夕方頃から強い風が吹き始め、水面が強く波立つ様子が頻繁に観察された。水面が波立つ前に見られていたアオコは、水面が波立つとほとんど見られなくなった。
- 周囲を田畑に囲まれ、風を遮る障害物がない中江川では、強風により水面が攪拌され、アオコが互いに結合した状態を維持できないと考えられる。
- 一方で、大江川の4地点（大江橋、馬目橋、渡橋、石亀橋）では、いずれの地点においても上記のような水面の強い波立ちは確認されなかった。
- 大江川は周囲を住宅地や河畔林などの障害物に囲まれている箇所が多く、水面に吹き付ける風は比較的穏やかになる。
- 大江川ではアオコ発生時に風による水面の攪拌が十分に起こらないために、アオコが集積しやすい環境にあり、このような穏やかな風は、アオコ分布の水平移動を引き起こしていると考えられる。

大江川 下流（石亀橋）	中江川 下流（中江橋）
9:30 	9:45 
12:40 	13:05  水面が やや波立つ
16:25  水面の 波立ちは弱い	16:40  水面が 強く波立つ

写真 2.1 水面の移動状況（令和元年8月5日撮影）

➡ : 風向

➡ : 河川の上流方

⑤ 水質測定結果

- アオコレベル 1～2 が確認されていた 7 月下旬から 8 月下旬は、pH および DO が全般的に高い値で推移した。
- 中江川でレベル 2 のアオコが確認された 7 月下旬から 8 月下旬にかけて、中江橋および花こ橋で BOD が急増した。それに伴い pH、DO も増加した。レベル 3 の高濃度のアオコを確認した 8 月 9 日には、中江川 2 地点におけるいずれの水質項目の値も高くなった。
- SS、BOD は大江川の 4 地点に比べ、中江川の 2 地点で高い値で推移した。8 月 14 日～16 日（8 月 15 日：台風 10 号）、9 月 4 日～5 日の降雨の直後には SS が高い値を示している。

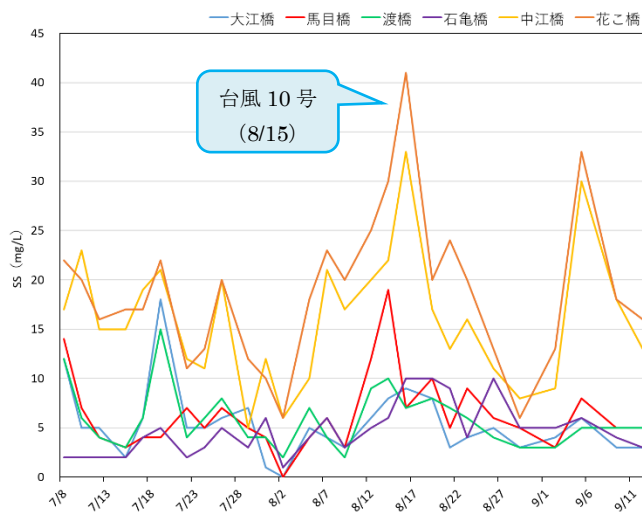


図 0.17 SS の推移

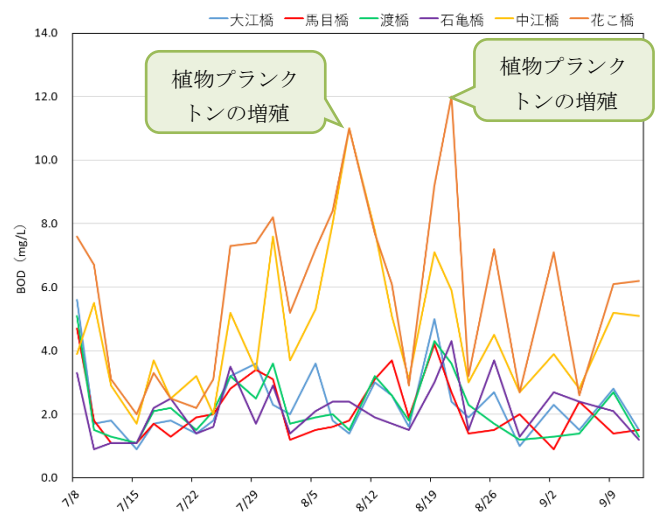


図 0.18 BOD の推移

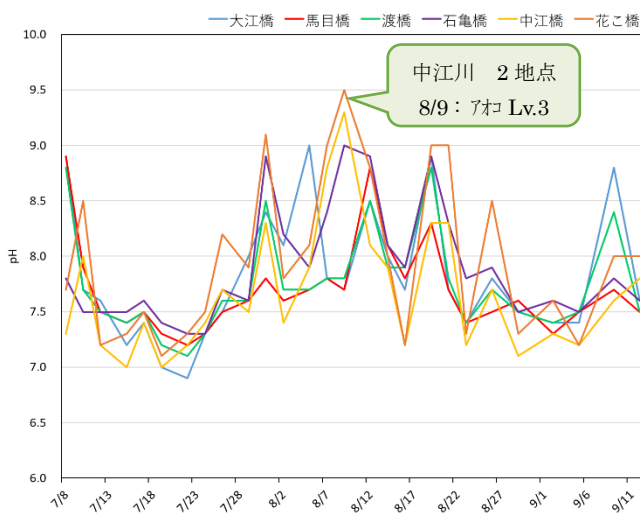


図 0.19 pH の推移

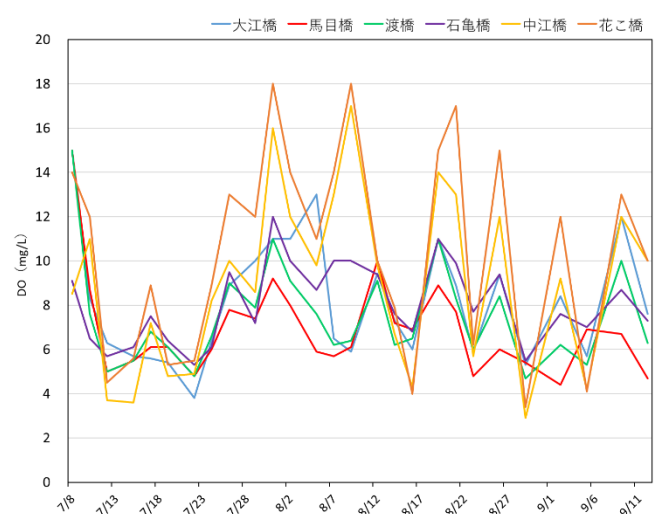


図 0.20 DO の推移

- 総リンは、石亀橋を除く全地点で、調査期間中にわたって富栄養化の指標とされている上限濃度（T-P：0.1mg/L）を超過していた。総窒素については、大江川中流域（辛亥橋）でアオコレベル3が確認された8月21日、中江川でレベル3の高濃度のアオコが確認された8月9日を境に、それぞれ富栄養化の指標（T-N：1.3mg/L）を超過し突発的に著しく高くなった。
- 石亀橋におけるN/P比は、植物プランクトンの一般的な比率（レッドフィールド比※）7.2より高い傾向にあった。石亀橋以外の大江橋、馬目橋、渡橋の3地点では、8月末までは概ねN/P比7.2より低い値で推移していたが、8月下旬に増加した。中江川の2地点におけるN/P比は、レッドフィールド比を超過する日があったものの、比較的低い値で安定して推移していた。

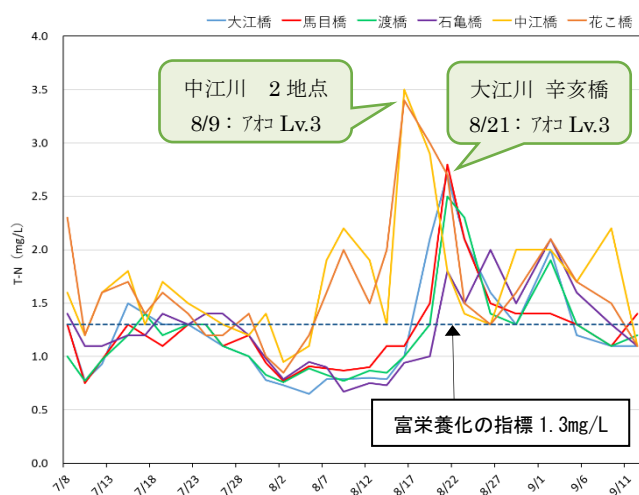


図 2.21 栄養塩類（T-N）の推移

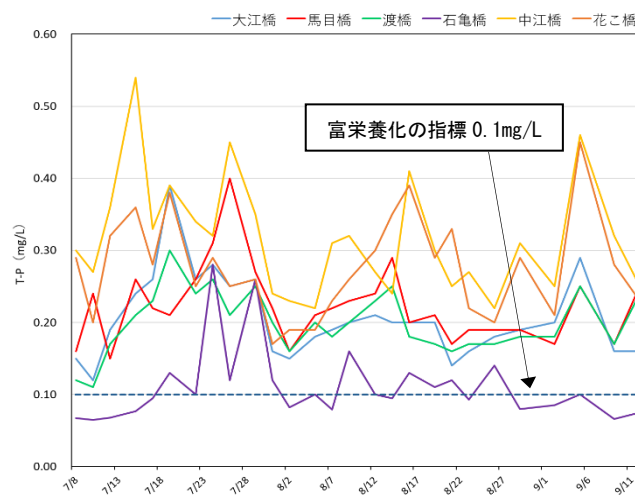


図 2.22 栄養塩類（T-P）の推移

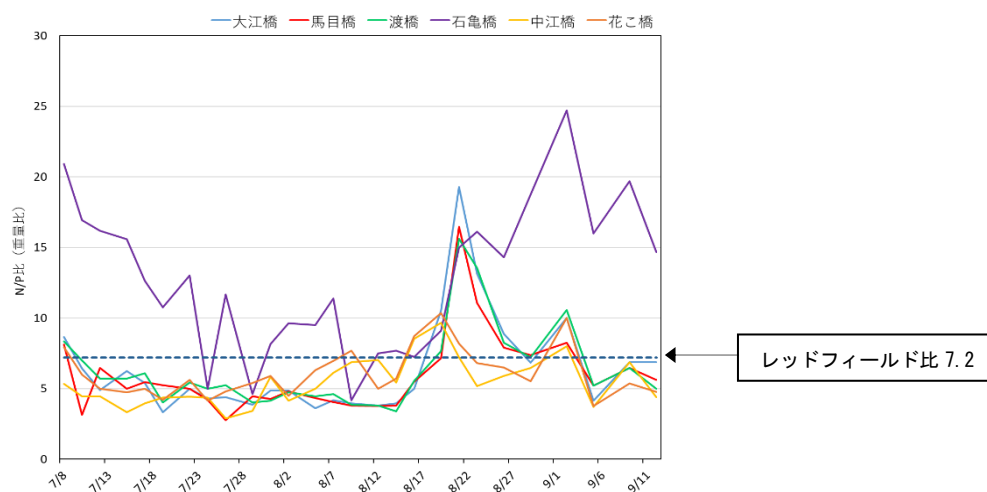


図 0.23 N/P比の推移

※レッドフィールド比は、植物プランクトンが生育する際の最適な比率とされており、窒素とリンの比率が、重量比で 7.2 : 1（モル比で 16 : 1）に近いほど良好な窒素・リンの栄養状態とされる。

⑥ プランクトンの発生状況

- 植物プランクトンについては、アオコ発生初期（7/2）の渡橋においてボルボックス属が、アオコ収束期（9/5）の石亀橋においてユレモ属が優占しているほかは、いずれの地点においてもミクロキスティス属が最も優占していた。
- 動物プランクトンについては、採取時期・場所によって種構成が大きく異なっていたが、アオコ発生全盛期（8/9）には、馬目橋を除く5地点で付着性のツリガネムシ目が最も優占した。
- 緑藻植物門のボルボックス属（*Volvox*）、繊毛虫門のファスコロドン属（*Phascoodon*）、および節足動物門のヒゲナガケンミジンコ目（*Diaptomidae*）は大江川に多く、輪形動物門のヒルガタワムシ目（*Bdelloida*）と節足動物門のケンミジンコ目（*Cyclopoida*）は中江川に多かった。
- 大江川に多かった上記3分類群は貧栄養な水環境を好み、中江川に多かった上記2分類群は富栄養な水環境を好むことから、大江川よりも中江川の方が富栄養な環境であったと考えられる。

表 0.7 大江川および中江川で確認された主なプランクトン

	門	目	科	属
植物 プラン クトン	シアノバクテリア	クロオコックス	ミクロキスティス	ミクロキスティス
		ネンジュモ	アフアニゾメゾン	ドリコスペルマム
				アフアニゾメゾン
		ユレモ	ユレモ	ユレモ
動物 プラン クトン	緑藻植物	ボルボックス	ボルボックス	ボルボックス
		ヨコワミドロ	アミミドロ	ペディアストルム
	繊毛虫	クラミドドン	キロドネラ	ファスコロドン
		ラッパムシ	ラッパムシ	ラッパムシ
		刺毛亜綱		
		ミズケムシ	グラウコマ	グラウコマ
		シオカメウズムシ	トラケリウス	
		ツリガネムシ		
		スポラドリカ	ハルテリア	ハルテリア
		コレオトリカ		
	扁形動物	小鎖状目	クサリヒメウズムシ	クサリヒメウズムシ
	輪形動物	プロイマ	ツボワムシ	ツボワムシ
				カメノコウワムシ
			フクロワムシ	フクロワムシ
			ドロワムシ	ハネウデワムシ
		マルサヤワムシ	ミツウデワムシ	ミツウデワムシ
			ミジンコワムシ	ミジンコワムシ
			テマリワムシ	テマリワムシ
		ヒルガタワムシ		
		双殻	シダ	オナガミジンコ
			ゾウミジンコ	ゾウミジンコ
		ヒゲナガケンミジンコ		
		ケンミジンコ		

アオコの
原因種

貧栄養な環境
を好む種

富栄養な環境
を好む種

※36 検体中 5 検体以上で確認されたものを示した。

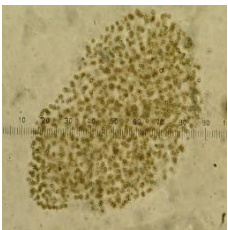
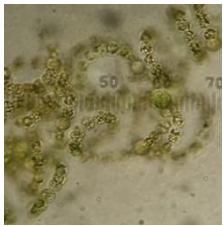
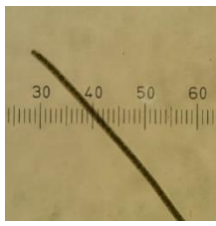
		
ミクロキスティス属 ベーゼンベルギー	ミクロキスティス属 イクチオブラーベ	ミクロキスティス属 エルギノーザ
		
ドリコスベルマム属	ユレモ属	

写真 2.2 確認された植物プランクトン種(アオコの原因種)

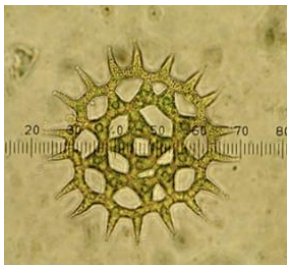
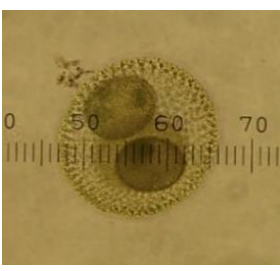
	
ペディアストルム属	ボルボックス属

写真 2.3 確認された植物プランクトン種(緑藻植物)

	
ヒルガタワムシ目	ケンミジンコ目

写真 2.4 確認された動物プランクトン種(富栄養な水環境を好む種)

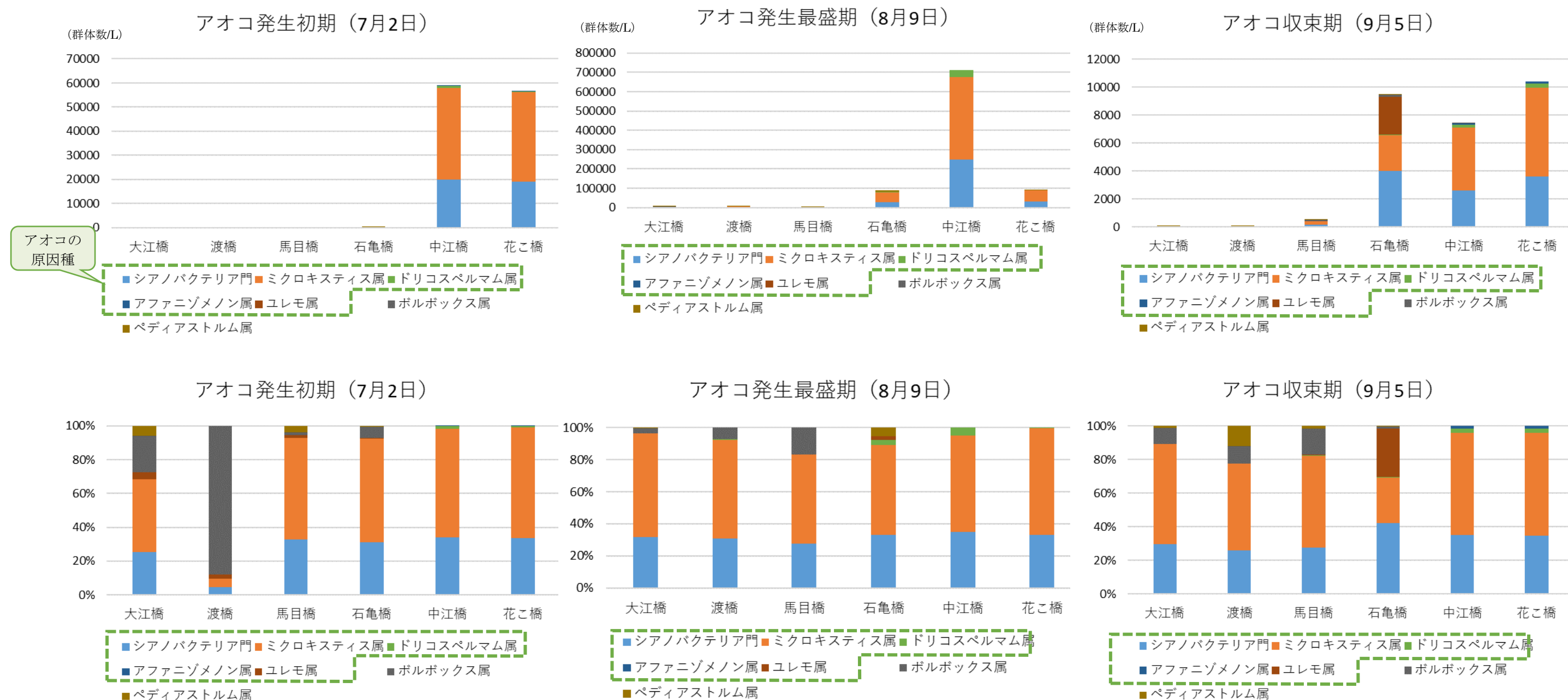


図 0.24 植物プランクトンの種構成

※凡例中のシアノバクテリア門は、シアノバクテリア門に属する未同定種を意味する。

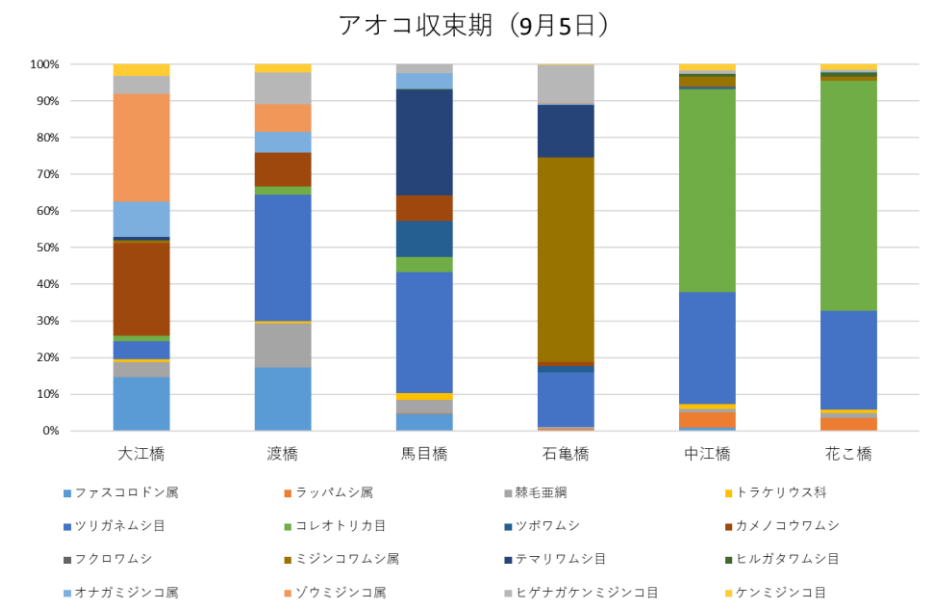
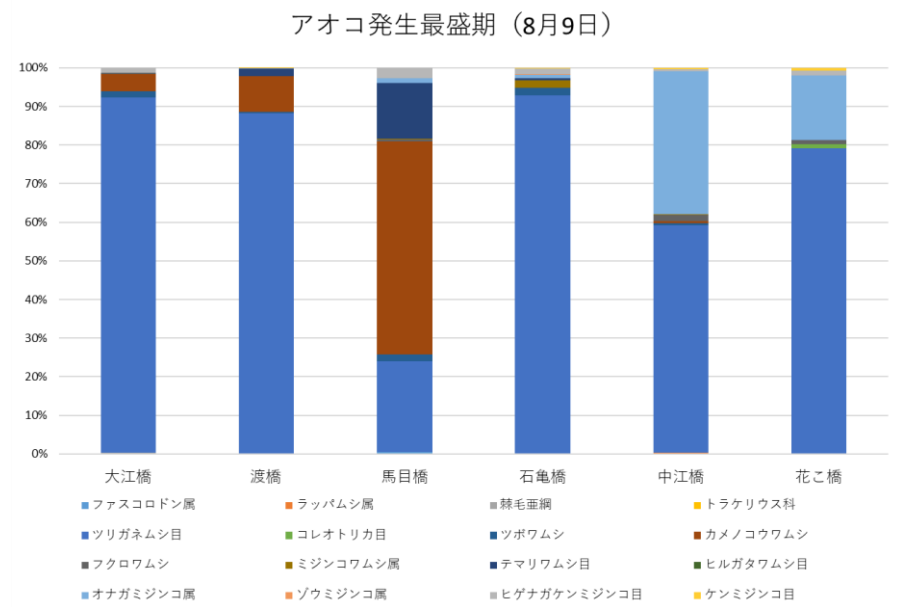
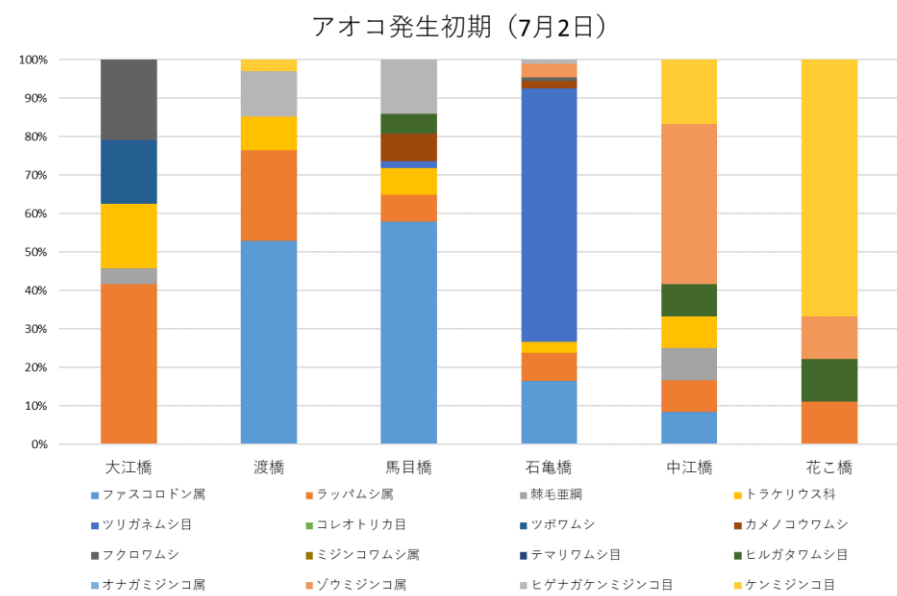
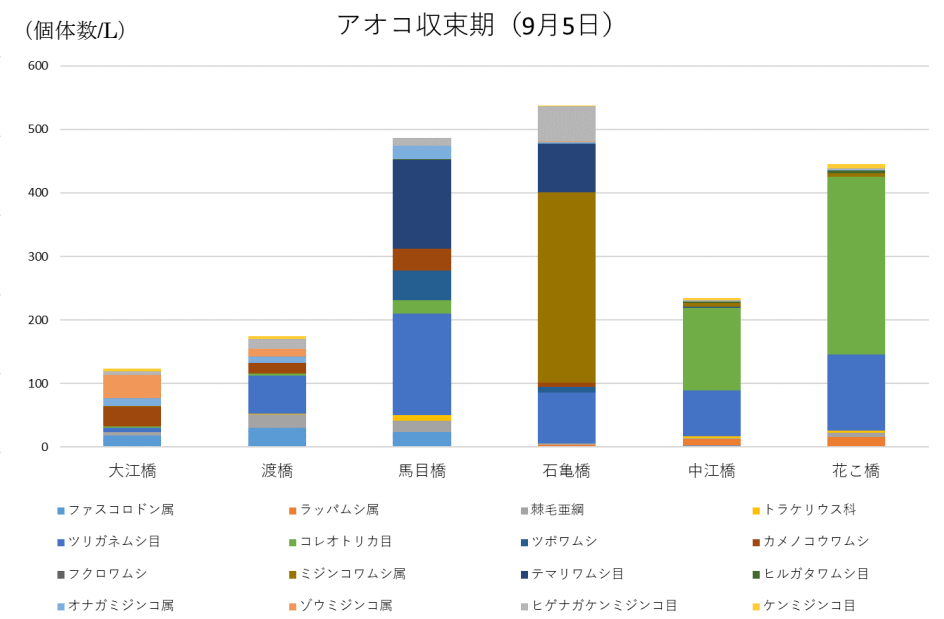
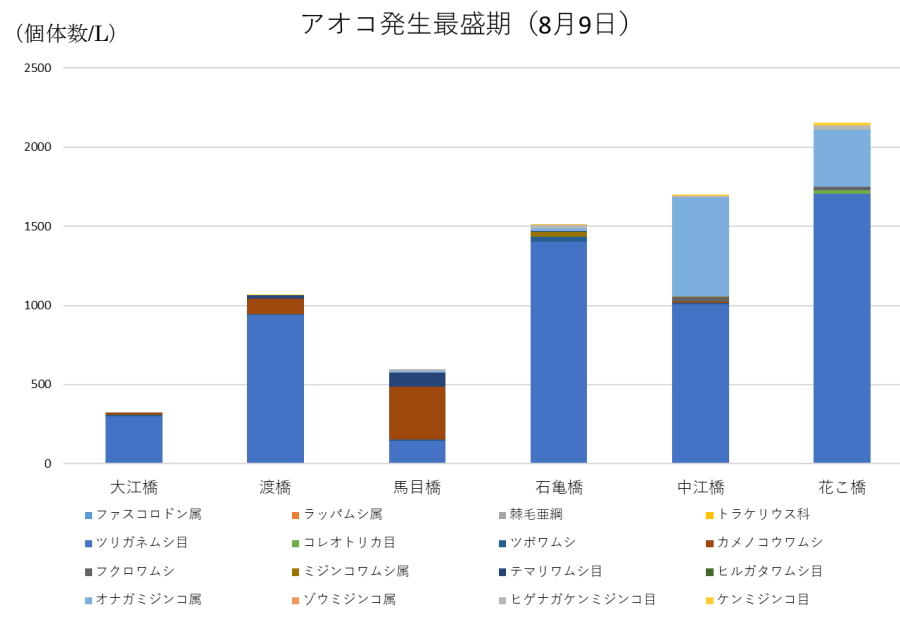
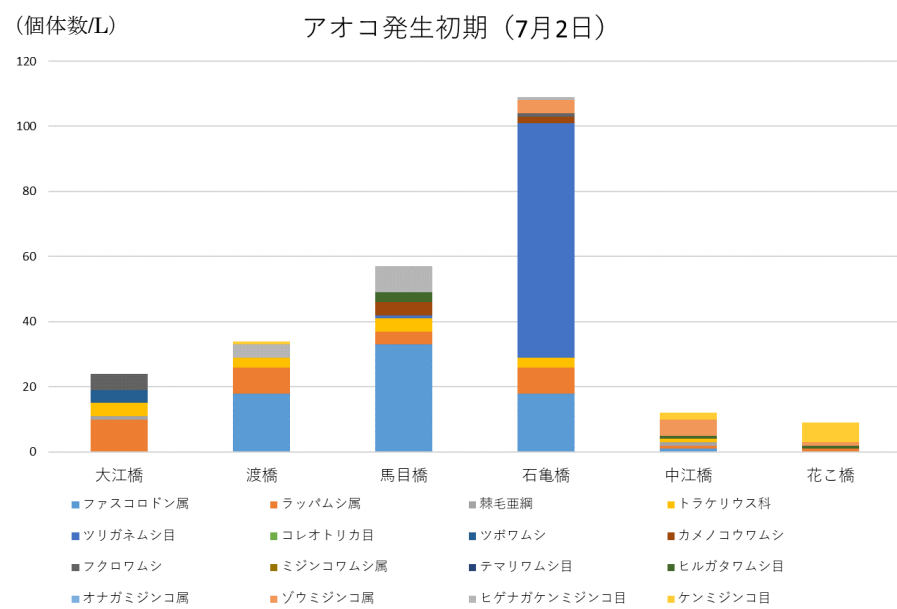


図 0.25 動物プランクトンの種構成

3. フィルター材によるアオコの除去

- フィルター材によるアオコの除去は、対策によりアオコレベルを2程度まで抑えることができるが、今年度はアオコの発生が少なかったことから、対策前後での状況改善があまり見られなかった。
- 対策箇所の対策前と対策中を比較するとSS、クロロフィルa濃度は対策中に下がっていることから、一時的ではあるがフィルター材による効果が確認された。
- 窒素とリンについては、濃度差がみられなかった。
- 対策中は一時的にアオコレベルが1に下がったものの、アオコは浮上する特性を持つため、水中に残存するアオコが浮上することによりアオコレベル2程度まで戻ったと考えられた。



図 0.26 アオコ対策調査位置図

表 0.8 アオコ対策時の水質状況（8月21日）

	対象箇所			対策箇所		
	対策前	対策中	対策後	対策前	対策中	対策後
pH	7.5	7.7	8.1	7.4	7.6	8.2
DO (mg/L)	6.0	8.5	9.7	5.0	7.0	9.9
BOD (mg/L)	1.4	1.5	2.5	1.9	2.1	4.1
SS (mg/L)	8	6	7	18	7	12
T-N (mg/L)	2.5	2.9	2.6	2.9	2.9	3.1
T-P (mg/L)	0.17	0.15	0.16	0.23	0.17	0.19
クロロフィルa ($\mu\text{g/L}$)	28	32	35	62	43	74
アオコレベル	2	2	2	2	1	2

気象条件：気温30℃（海津市パトロール）、曇ときどき小雨

流速：-0.14~0.14cm/s

対策時間：9:15~16:30

対策後：アオコ対策終了直後

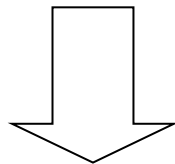
対策箇所：フィルター材によりアオコを除去した場所

	
ろ過に使用した吸出防止材（中央）と フィルター材（メッシュサイズ 25~30 μm ）	水中ポンプでアオコを吸い上げている様子
	
ろ過の様子	ろ過後のフィルター材

写真 2.5 フィルター材によるアオコ除去の様子（8月21日 馬目橋付近）

4. まとめ

- 今年度は梅雨の期間が長引いたことから、7月の降水量が多く、さらに昨年度に比べて7月の日照時間（132時間）が、平成22年度から30年度の過去9年間の平均188時間に比べて3割程度短かった。その影響により7月の河川表層水温が低くなり、アオコの発生も少なかったと考えられる。
- アオコは下流域から中流域にかけて順に発生したが、栄養塩類の濃度は全川にわたって高く、全地点がアオコの潜在的な発生源となり得る。
- 今年度は中江川において大江川より多くのアオコ発生が確認されたが、アオコレベルが0～2程度であったことや、風による水面の攪拌によりアオコの集積が阻害されたことで、悪臭被害に関する住民等からの通報が県や海津市にはなかった。



- ・大江川では、表層水温が概ね30℃を超え始める時期にアオコの発生が見られるが、今年度は7月の日照時間が短く、表層水温が低かったことから、アオコレベル2に留まった。
- ・平成30年度および令和元年度の調査結果から、定期巡視によりアオコの発生地点を把握し、フィルター材による濾過を行うことで、悪臭被害の発生を防ぐことが可能であると考えられた。
- ・令和元年9月末時点における海津市の下水道整備率は86.7%、水洗化率は67.7%となっているが、今後も継続して下水道普及率を向上させること等により大江川に流入する栄養塩類等を削減し、大江川全体の水質浄化を図ることが必要である。

■今後の対応

- ・アオコの発生は気象条件によるところが大きいため、7月より定期巡視を行い、気温、水温、アオコの観測を継続し、アオコが集積して発生した際に、フィルター材によるアオコの除去を実施する。
- ・下水道普及率の向上等の流域対策を継続する。