

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 2.1 水質調査の概要

調査地点	◇大江川調査地点 [4 地点] ・地点 1：上一色橋（導水地点直下流） ・地点 6：大江橋（大江川上流域支川合流前） ・地点 8：渡橋（大江川上流域支川合流後） ・石亀橋（大江川下流地点） ◇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～令和元年度と同様）
採水深度	表層

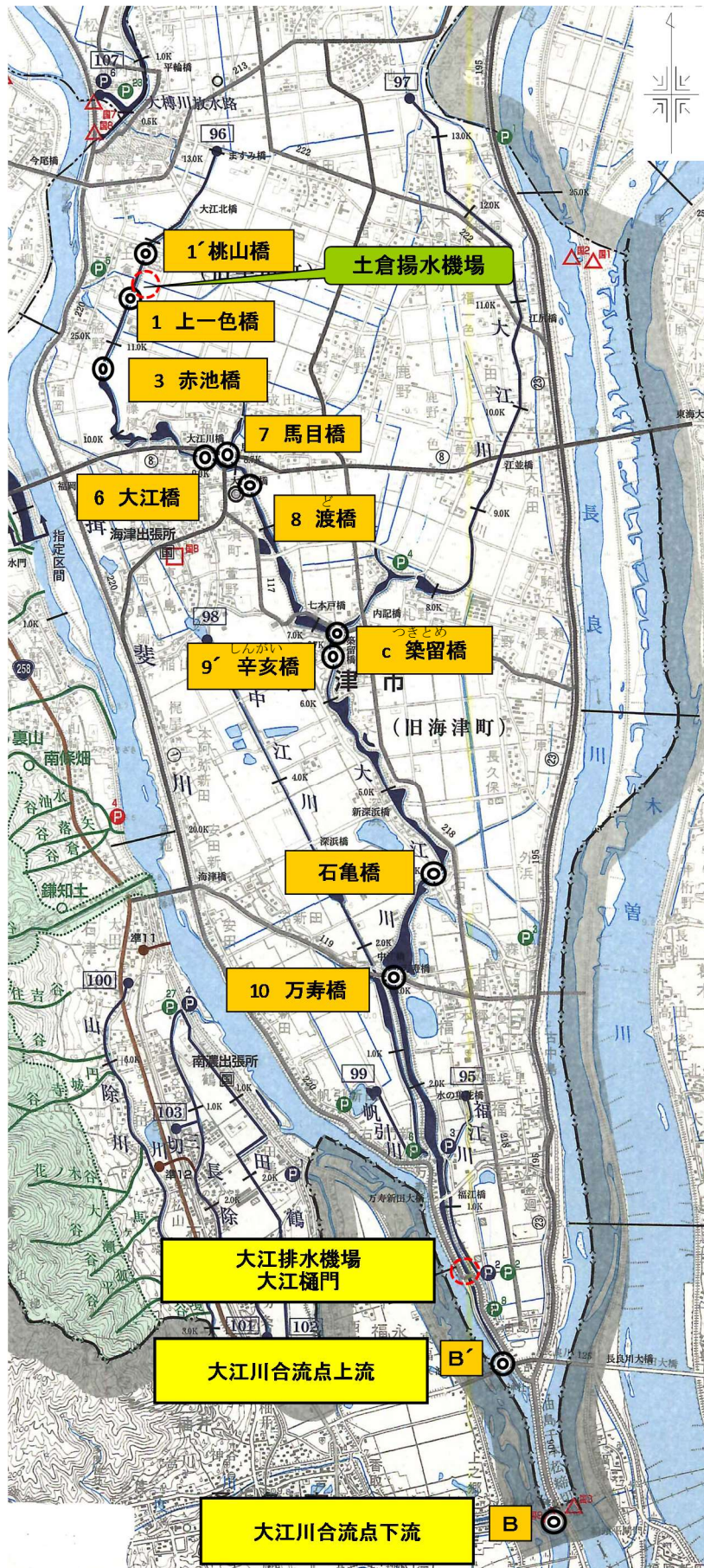


図 2.1 水質調査実施箇所（過年度の調査地点を含む）

(2) 調査結果

① 大江川の水質について

- 令和2年度は中流域（馬目橋付近）において、アオコの発生は確認されなかった（表2.2）。
- 令和2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7年間で、令和元年度に次いで降水量が多く、日照時間は最も短かったため、全体的に平均気温、水温は低かった（図2.6、表2.2、表2.3）。
- 令和2年度の総リン濃度は、上流域の地点（上一色橋）で富栄養化の指標とされている上限濃度0.1mg/Lの5倍程度高かった（図2.2）。また、上流域の総リンおよび溶解性リン濃度は、大江橋から万寿橋の中下流域の観測地点より2～6倍程度高かった（図2.2、図2.3）。
- 令和2年度の総窒素濃度は、7月の上流域と9月の全域で富栄養化の指標とされている上限濃度1.3mg/Lより高い値を示したが、8月は全域で1.3mg/Lより低い値で推移した。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（表2.3、図2.4、図2.5）。
- 令和2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～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（図2.7、表2.3）。

【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」p5）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。

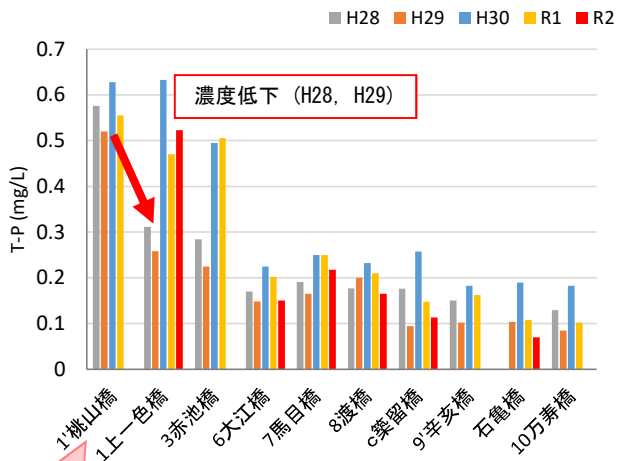
4. アオコ発生の基本的なメカニズム

- 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。

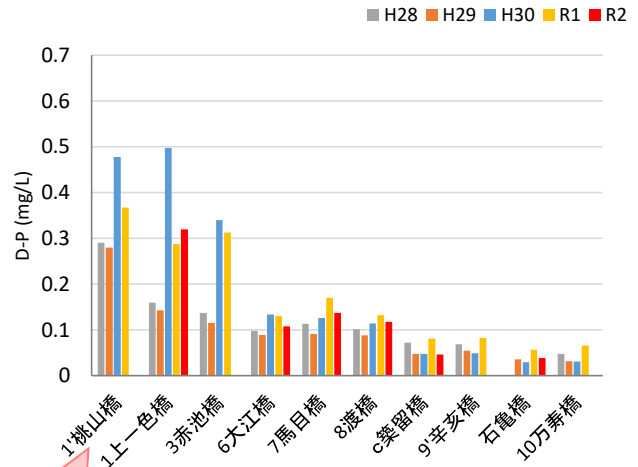
巻き上げにより、T-P（総リン）、T-N（総窒素）が水中に高濃度存在すること

- 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



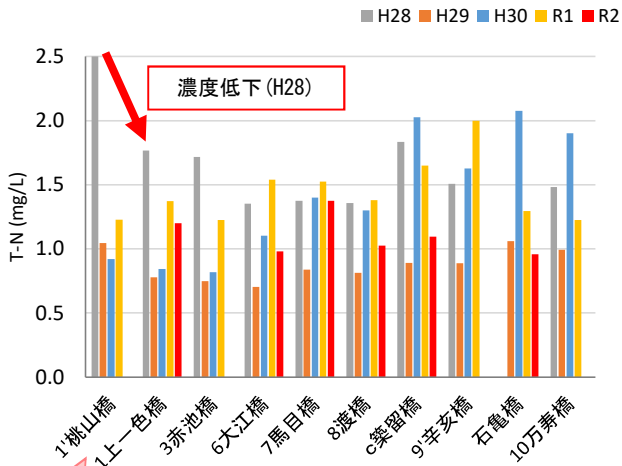
導水地点

図 2.2 総リン濃度



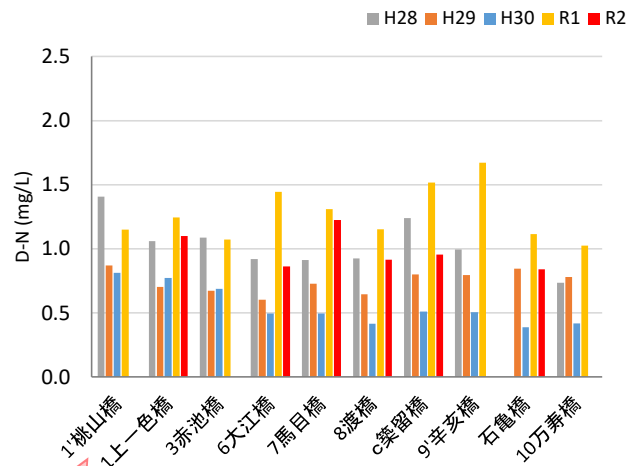
導水地点

図 2.3 溶解性リン濃度



導水地点

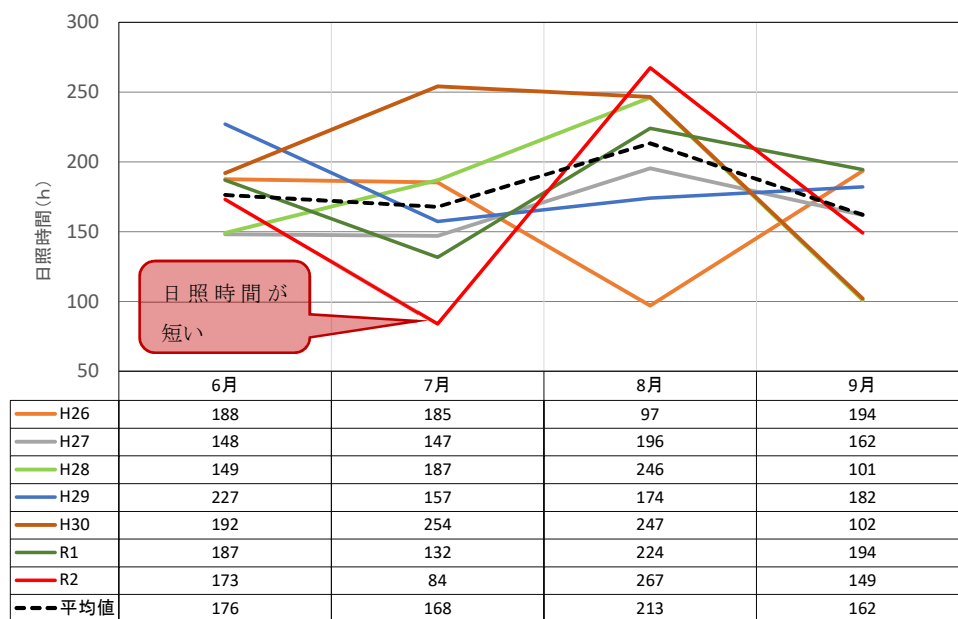
図 2.4 総窒素濃度



導水地点

図 2.5 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～R2 は、7月と9月に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。



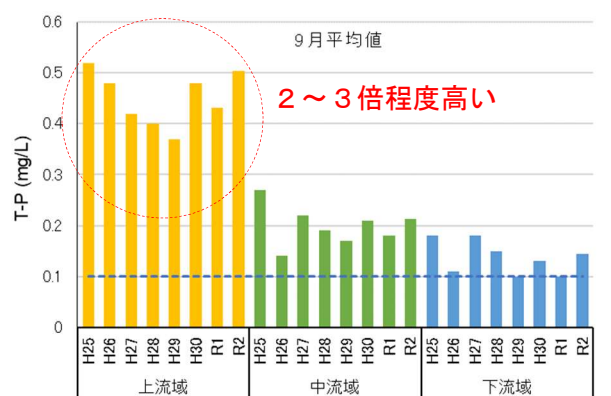
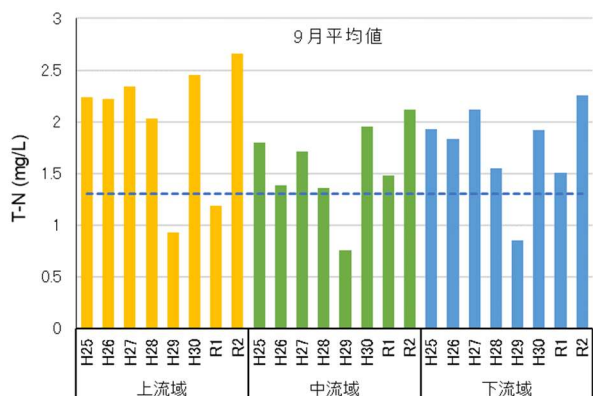
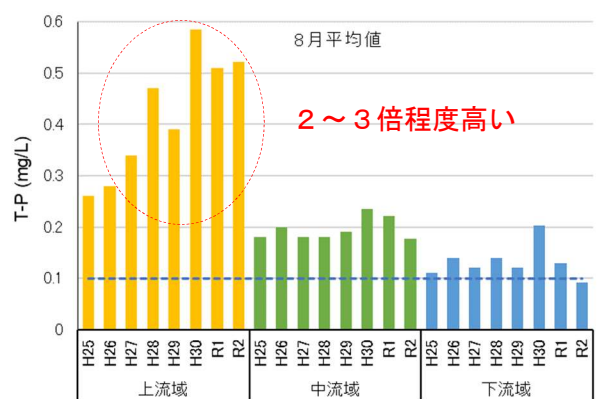
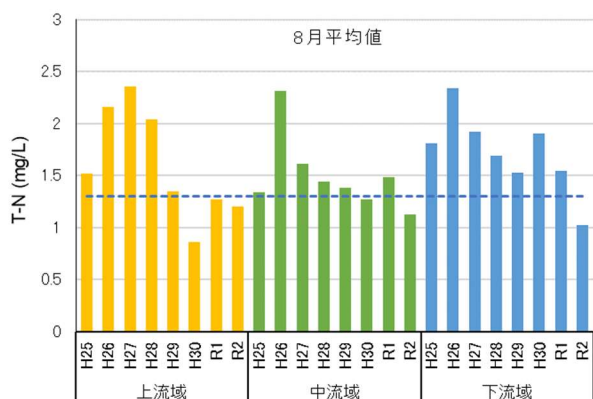
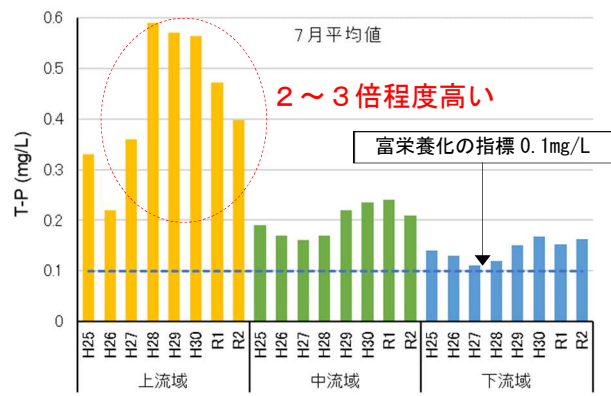
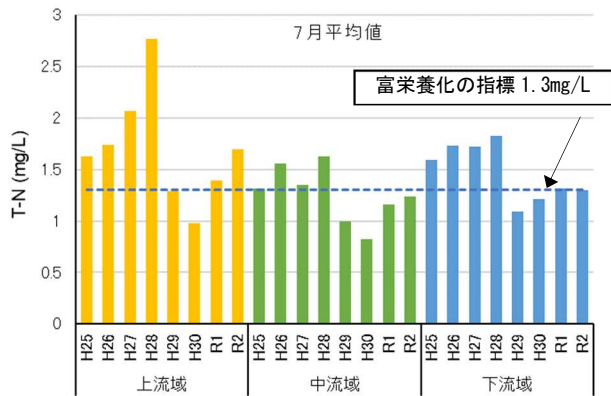
気象庁：大垣観測地点

図 2.6 日照時間の比較

表 2.2 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～R2）

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 (°C)	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	-	-	8/17~9/28		
	8月	92	246	34.0	29	2			
	9月	373	101	29.5	25	-			
H29	7月	202	157	31.1	12	-	8/17~9/29		ウキクサの発生
	8月	233	174	29.3	29	-			
	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	-	-			
R2	7月	475	84	27.5	-	-	-		
	8月	95	267	33.6	-	-			
	9月	170	149	29.4	-	-			

※気温：海津市パトロール結果（14時時点観測データ）
 ※降水量：海津市消防データ（令和2年9月のみ気象庁 大垣観測地点データ）
 ※日照時間：気象庁 大垣観測地点
 ※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。



総窒素

総リン

図 2.7 定期調査における総窒素・総リン濃度の上～下流比較

上流域：1' 桃山橋、1 上一色橋、3 赤池橋（H25年度は2中折橋で実施、1' 桃山橋で未実施。R2年度は1 上一色橋のみ実施。）
 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H28年度、29年度、R1、R2年度に実施。H25年度は9' 辛亥橋で未実施。R2は9' 辛亥橋、10 万寿橋で未実施）
 ※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。

表 2.3(1) 平成 25 年度～令和 2 年度の定期調査結果 (7 月～8 月)

7月平均値

地点名	比較区分	水温	pH	DO	SS	BOD	T-P	T-N	クロロフィルa
		(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)
上流域 平均値 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
	R2年度	23.8	7.3	6.6	12.5	2.0	0.40	1.7	2.8
中流域 平均値 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
	R2年度	25.3	7.6	6.9	7.1	1.9	0.21	1.2	11.6
下流域 平均値 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
	R2年度	24.9	7.6	7.7	7.4	1.8	0.16	1.3	9.9

8月平均値

地点名	比較区分	水温	pH	DO	SS	BOD	T-P	T-N	クロロフィルa
		(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)
上流域 平均値 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
	R2年度	28.4	7.5	7.5	11.8	2.4	0.52	1.2	8.5
中流域 平均値 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
	R2年度	30.1	7.7	6.3	9.7	2.2	0.18	1.1	13.3
下流域 平均値 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
	R2年度	29.7	7.8	7.5	5.8	2.3	0.09	1.0	16.4

上流域：1' 桃山橋、1 上一色橋、3 赤池橋 (H25 年度は 2 中折橋で実施、1' 桃山橋で未実施。R2 年度は 1 上一色橋のみ実施。)

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 H28 年度、29 年度、R1、R2 年度に実施。H25 年度は 9' 辛亥橋で未実施。

R2 は 9' 辛亥橋、10 万寿橋で未実施)

※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。

表 2.3(2) 平成 25 年度～令和 2 年度の調査結果 (9 月)

9月平均値

地点名	比較区分	水温	pH	DO	SS	BOD	T-P	T-N	クロロフィルa
		(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(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
	R2年度	24.8	7.1	5.7	12.0	1.6	0.50	2.7	1.8
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
	R2年度	26.4	7.5	6.0	10.7	1.9	0.21	2.1	9.8
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
	R2年度	26.3	7.5	5.8	6.9	1.5	0.14	2.3	8.5

上流域：1' 桃山橋、1 上一色橋、3 赤池橋 (H25 年度は 2 中折橋で実施、1' 桃山橋で未実施。R2 年度は 1 上一色橋のみ実施。)

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 H28 年度、29 年度、R1、R2 年度に実施。H25 年度は 9' 辛亥橋で未実施。)

R2 は 9' 辛亥橋、10 万寿橋で未実施)

※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

- 揖斐川の水質は大江川の合流前後（合流前：地点B'、合流後：地点B）で、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。

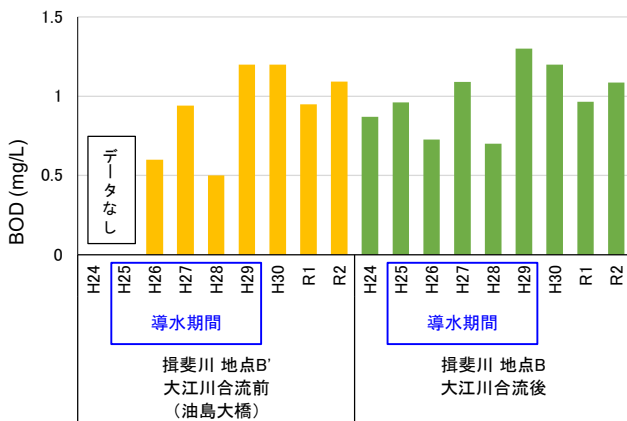


図 2.8 揖斐川-大江川合流前後の水質 (BOD)

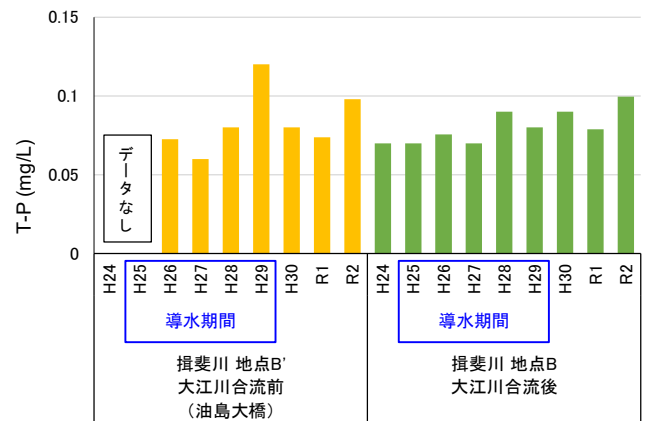


図 2.9 揖斐川-大江川合流前後の水質 (総リン)

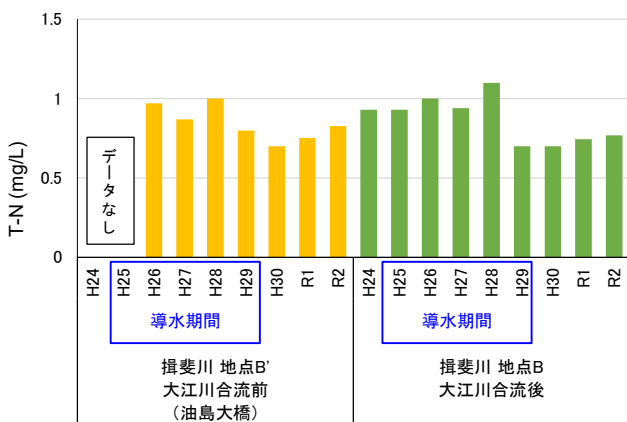


図 2.10 揖斐川-大江川合流前後の水質 (総窒素)

※水質調査結果の値は導水期間中および導水期間外 (H30、R1、R2 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

表 2.4 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	pH	BOD	T-P	T-N	クロロフィルa
		(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(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	-	-	-	-	-	-
	R2 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
	R2 調査期間	23.2	7.6	1.1	0.10	0.8	3
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
	R2 調査期間	23.3	7.5	1.1	0.10	0.8	4

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、R2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 2.5 アオコの追跡調査の概要

<p>①水質・現地 状況調査</p>	<p>◇調査地点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 1 地点 <p>◇調査項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>◇調査頻度</p> <p>調査期間 ：7月7日～9月11日</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質調査 ：週1回（火曜日） ・現地状況調査：週2回（火、金曜日） <p>◇調査時刻</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質調査 ：11時～14時 ・現地状況調査：9時～18時（朝・昼・夕の3回）
<p>②定点カメラ 撮影</p>	<p>◇調査地点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>◇調査頻度</p> <p>7月7日～9月11日の期間中、週2回（火、金曜日）</p> <p>◇調査時刻</p> <p>9：00～17：00</p>

※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、6月17日、8月4日、8月11日、8月25日、9月8日、10月22日の合計6回実施した。



図 2.11 令和2年度 アオコの追跡調査等実施箇所

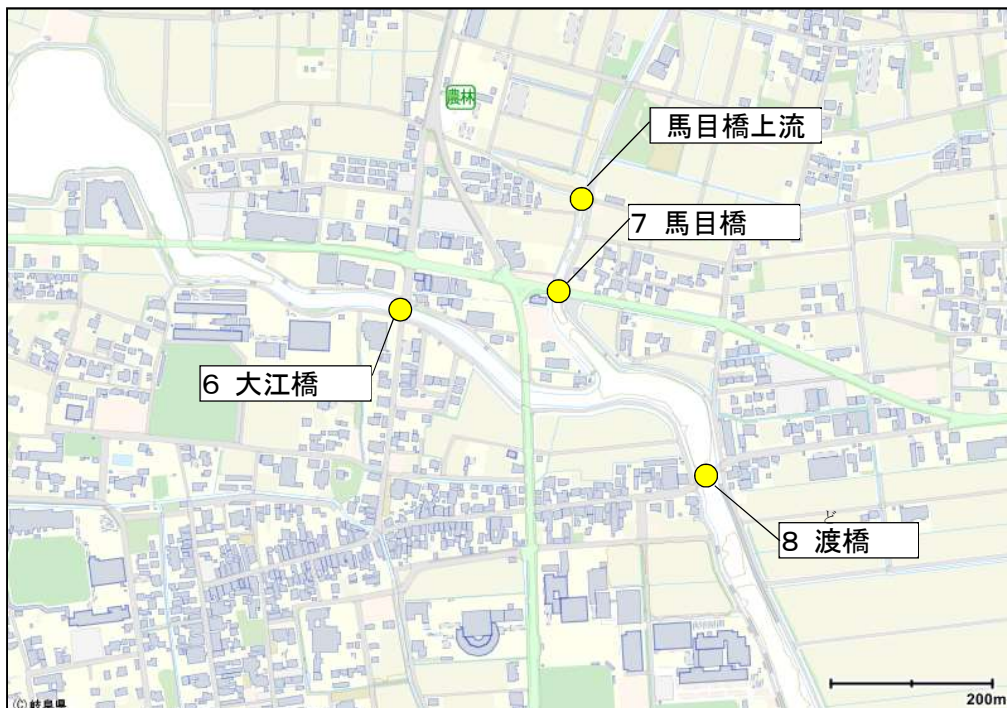


図 2.12 令和2年度 アオコの追跡調査実施箇所（馬目橋周辺拡大図）

(2) 調査結果

① 気象状況

- 降雨時には気温・水温ともに低下する傾向にあり、梅雨が明けた8月1日以降に次第に気温が上昇し、猛暑日が多かった8月上旬～9月上旬にかけて、表層水温は概ね30℃以上で推移した。
- 表層水温は5地点間において、最も水温差が大きかった7月21日(夕)で馬目橋と大江橋において、3.3℃、9月11日(昼)で石亀橋と中江橋において、3.3℃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21日の大江橋で、5.2℃であった。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る傾向にあった。

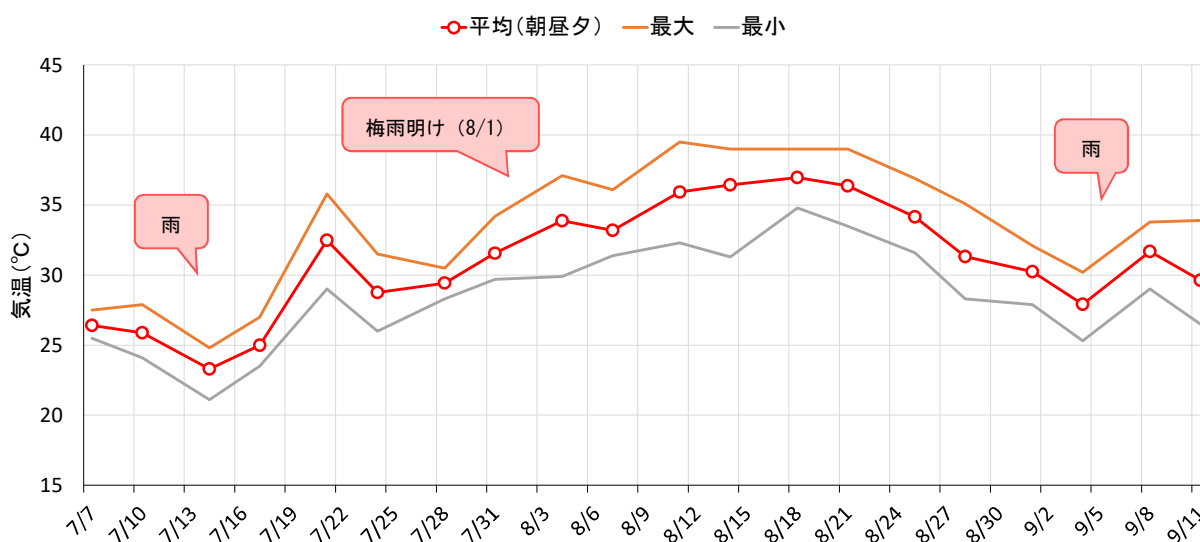


図 2.13 気温の推移

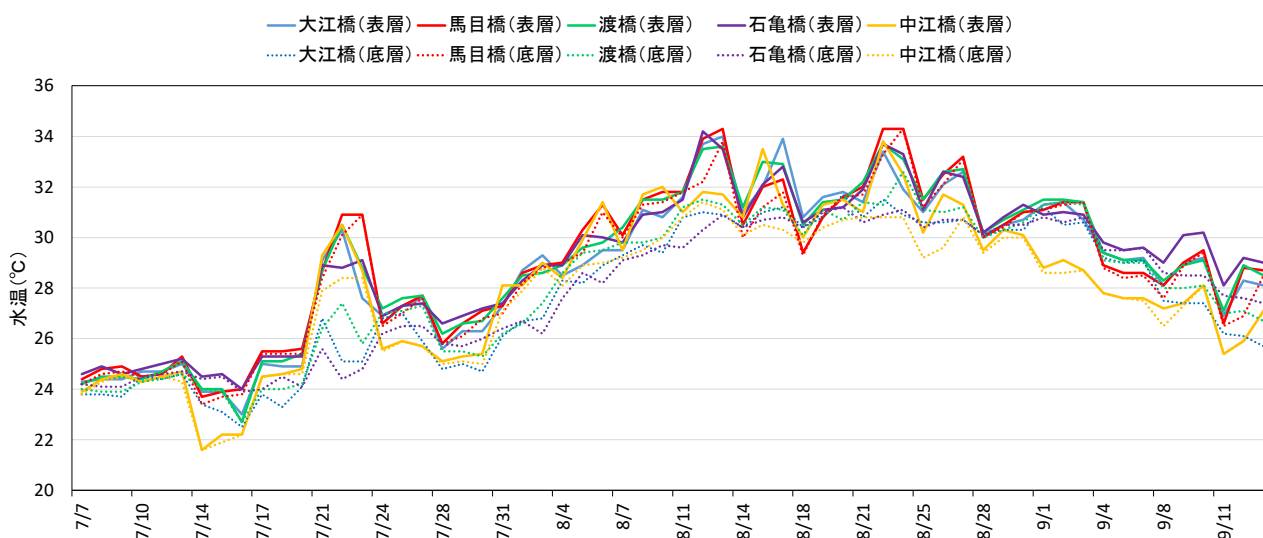


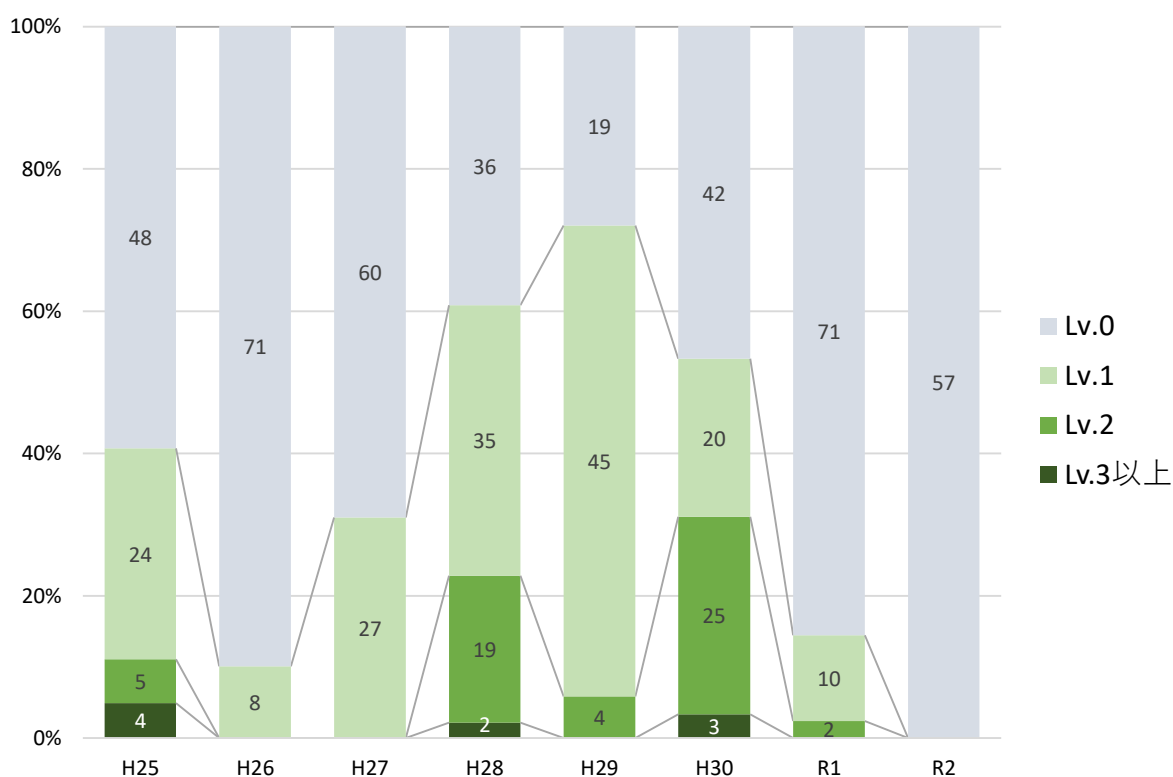
図 2.14 水温の推移

表 2.6 令和 2 年度の各調査地点における平均水深および層別平均水温

	地点	平均水深 (m)	平均水温(°C)		
			表層	中層	低層
大江川	大江橋	2.0	28.8	28.2	27.7
	馬目橋	1.1	29.1	29.0	28.8
	渡橋	2.2	29.0	28.5	28.1
	石亀橋	3.2	29.1	28.4	27.9
中江川	中江橋	1.3	28.2	27.9	27.6

② 令和2年度のアオコ発生状況について

- 令和2年度の大江川において、アオコの発生は確認されなかった（図 2.15、図 2.16）。
- 令和2年度の中江川では、アオコレベル0～2が確認され、レベル0～3が確認された令和元年度の中江川に比べてアオコの発生量が少なかった（図 2.16）。
- 令和2年度に中江川でアオコレベル2が確認されたのは、7月31日と8月4日の朝のみで、ほとんどはレベル0～1で推移した。
- 令和元年度と同様、中江川では8月末に表層水温が低下して30℃を下回り、9月以降はアオコの発生が概ね収束した。



※海津市パトロール結果より

図 2.15 支川馬目橋付近におけるアオコレベルの日数割合 (H25～R2)

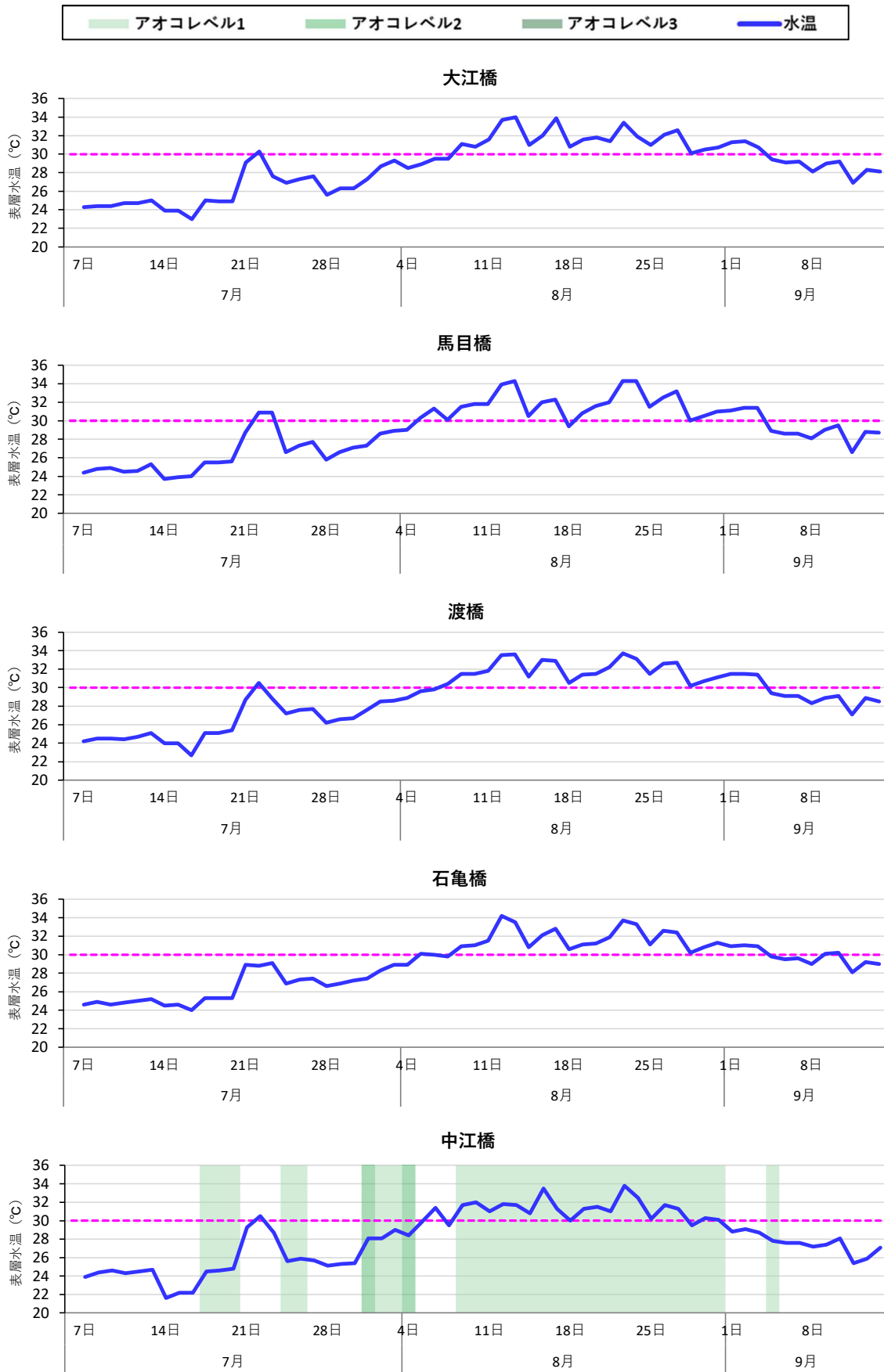


図 2.16 アオコレベルと水温の推移

③ 水質測定結果

- 中江川では、アオコレベル1が継続的に確認された8月中にBODが微増した。
- SS、BODは大江川の4地点に比べ、中江橋（中江川）において高い値で推移したが、pH、DOは調査地点間で大きな差は見られなかった。
- 7月中旬、9月上旬は降雨の影響により、中江川に濁水が流入しSSが大きく上昇している。それに対し、大江川の4地点では中江川のような大きな上昇は見られない。

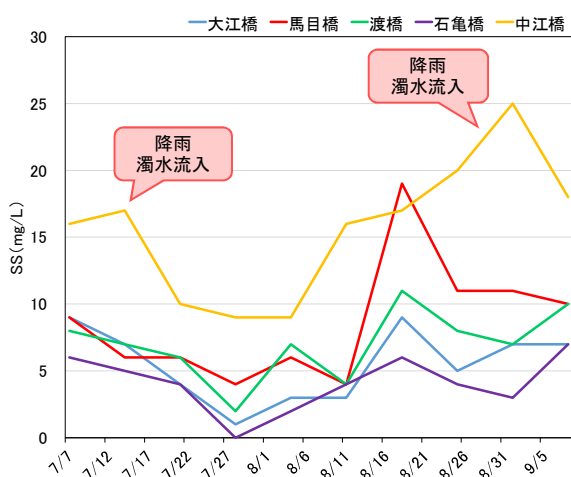


図 2.17 SSの推移

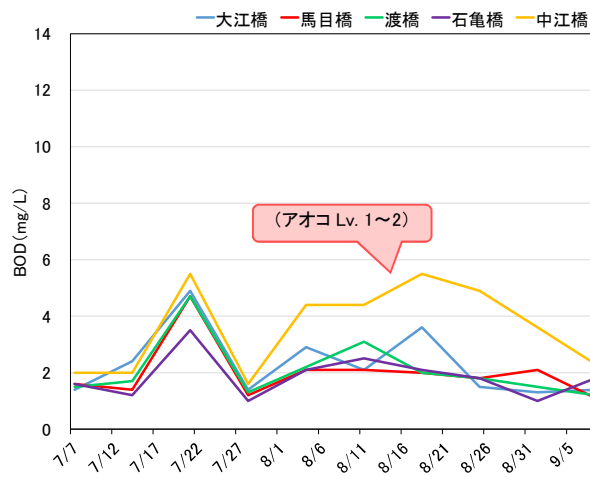


図 2.18 BODの推移

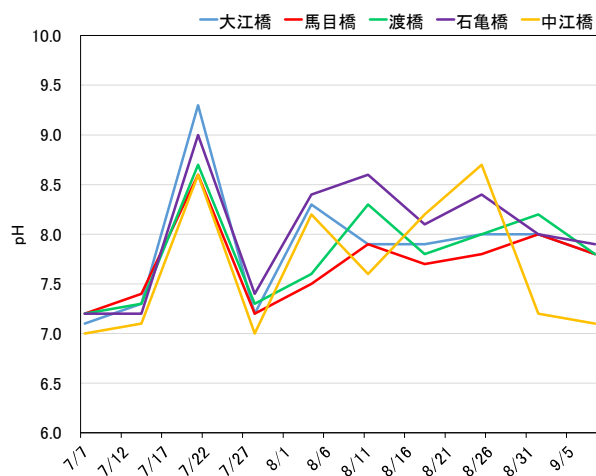


図 2.19 pHの推移

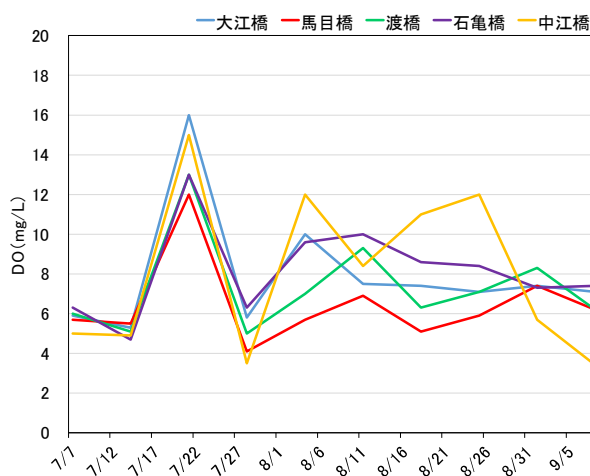


図 2.20 DOの推移

- 総窒素は、8月下旬までは、いずれの地点においても富栄養化の指標（T-N：1.3mg/L）を概ね下回って推移した。9月に入り、中江川で総窒素が突発的に高くなったのは、台風を含む9月上旬の降雨により田畑から浸透、排水された水が河川に流出したことが要因であると考えられる。一方、大江川の各地点では総窒素濃度に大きな変化は見られないが、この要因の1つとして、降雨時に田畑から河川に流出する影響範囲が中江川に比べて相対的に小さいことが考えられる。
- 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。
- 石亀橋ではほかの地点に比べ総リンの濃度が小さいことからN/P比が高く、植物プランクトンの生育に適した比率（レッドフィールド比）7.2より高い傾向にあった。また、大江川上流の3地点（大江橋、馬目橋、渡橋）では、レッドフィールド比に近い値で推移した。
- 中江橋（中江川）では、大江川の3地点に比べて総リン濃度が高かったことから、N/P比は低い値で安定して推移した。

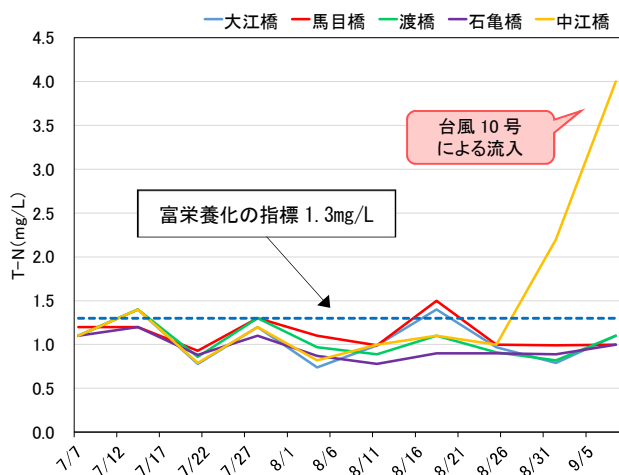


図 2.21 栄養塩類（T-N）の推移

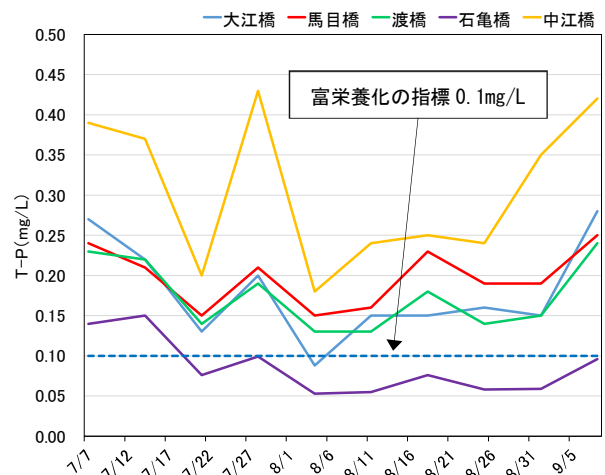


図 2.22 栄養塩類（T-P）の推移

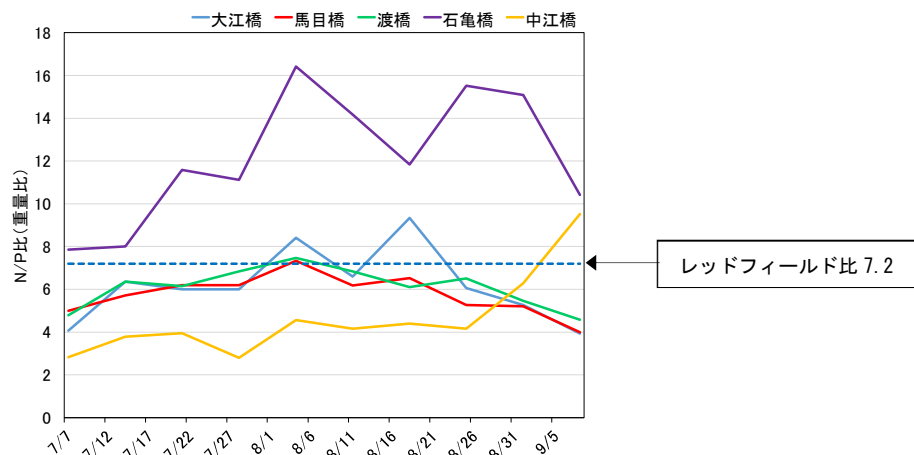


図 2.23 N/P比の推移

※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。

④ プランクトンの発生状況

- ▶ 植物プランクトンの群体系数は、調査期間を通して、大江川に比べて中江川で多かった。
- ▶ 大江川では、日光や養分の摂取時にアオコの競争種となり得る緑藻類のボルボックス属、ユードリナ属、クンショウモ属などが優占したものの、群体系数は非常に少なく、8月中旬以降に群体系数が増加した際はクンショウモが最優占種となった。
- ▶ 中江川では緑藻類の優占度は低く、8月25日を除いてアオコ原因種のみクロキステイス属、ドリコスペルマム属、アフアニゾメノン属が優占した。
- ▶ 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、6月17日の大江川中流域では、大江川下流域（石亀橋）および中江川（中江橋）に比べて動物プランクトンの個体系数が多く、そのほとんどをカラムシ目が占めた。
- ▶ 令和元年度同様、大江川と中江川では動植物プランクトンの種構成が異なっていた（図 2.24、図 2.25）。

表 2.7 大江川および中江川で確認された主なプランクトン


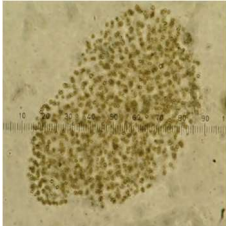
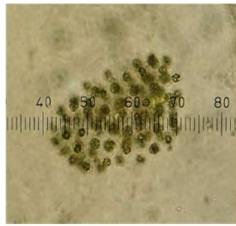
門	目	科	属	備考		
植物プランクトン	シアノバクテリア	クロオコックス	マイクロキステイス	マイクロキステイス	アオコの原因種	
		ネンジュモ	アフアニゾメノン	ドリコスペルマム		
				アフアニゾメノン		
				スファエロスベルモプシス		
		ユレモ	ユレモ	ユレモ		
緑藻植物	ボルボックス	ボルボックス	ボルボックス	貧栄養な環境を好む		
			ユードリナ			
	ヨコワミドロ	アミミドロ	クンショウモ	貧栄養な環境を好む		
ミドリムシ植物	ミドリムシ	ミドリムシ	ユーグレナ	淡水赤潮の原因種（大江排水機場下流（調査範囲外）で一時的に多数発生）		
オクロ植物	タルケイソウ	タルケイソウ	アウラコセイラ			
動物プランクトン	繊毛虫	クラミドドン	キロドネラ	ファスコロドン	貧栄養を好むステファノディスクス属の珪藻を優占的に摂食	
		ラッパムシ	ラッパムシ	ラッパムシ		
		刺毛虫綱				
		シオミズケムシ	コレプス	コレプス		
		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				
		スボラドトリカ	ハルテリア	ハルテリア		
	カラムシ					
	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		
			フウロワムシ	フクロワムシ		
		マルサヤワムシ	ドロワムシ	ハネウデワムシ		
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	富栄養な環境を好む			
節足動物	双殻	シダ	オナガミジンコ			
			ゾウミジンコ			
	ヒゲナガケンミジンコ			貧栄養な環境を好む		
		ケンミジンコ		富栄養な環境を好む		

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

※R1～R2 に確認されたアオコ原因種および合計 100 個体（群体）以上確認された分類群を示す。

		
マイクロシスティス属 ベーゼンベルギー	マイクロシスティス属 イクチオブラーベ	マイクロシスティス属 エルギノーザ

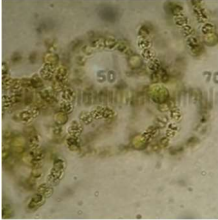
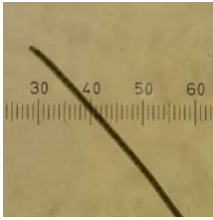
	
ドリコスペルマム属	ユレモ属

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)

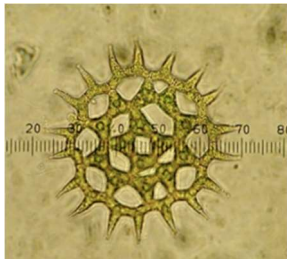
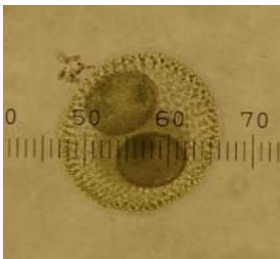
	
クンショウモ属	ボルボックス属

写真 2.3 確認された植物プランクトン種(緑藻類)



	
ヒゲナガケンミジンコ目 (貧栄養な水環境を好む種)	ケンミジンコ目 (富栄養な水環境を好む種)

写真 2.4 確認された動物プランクトン種

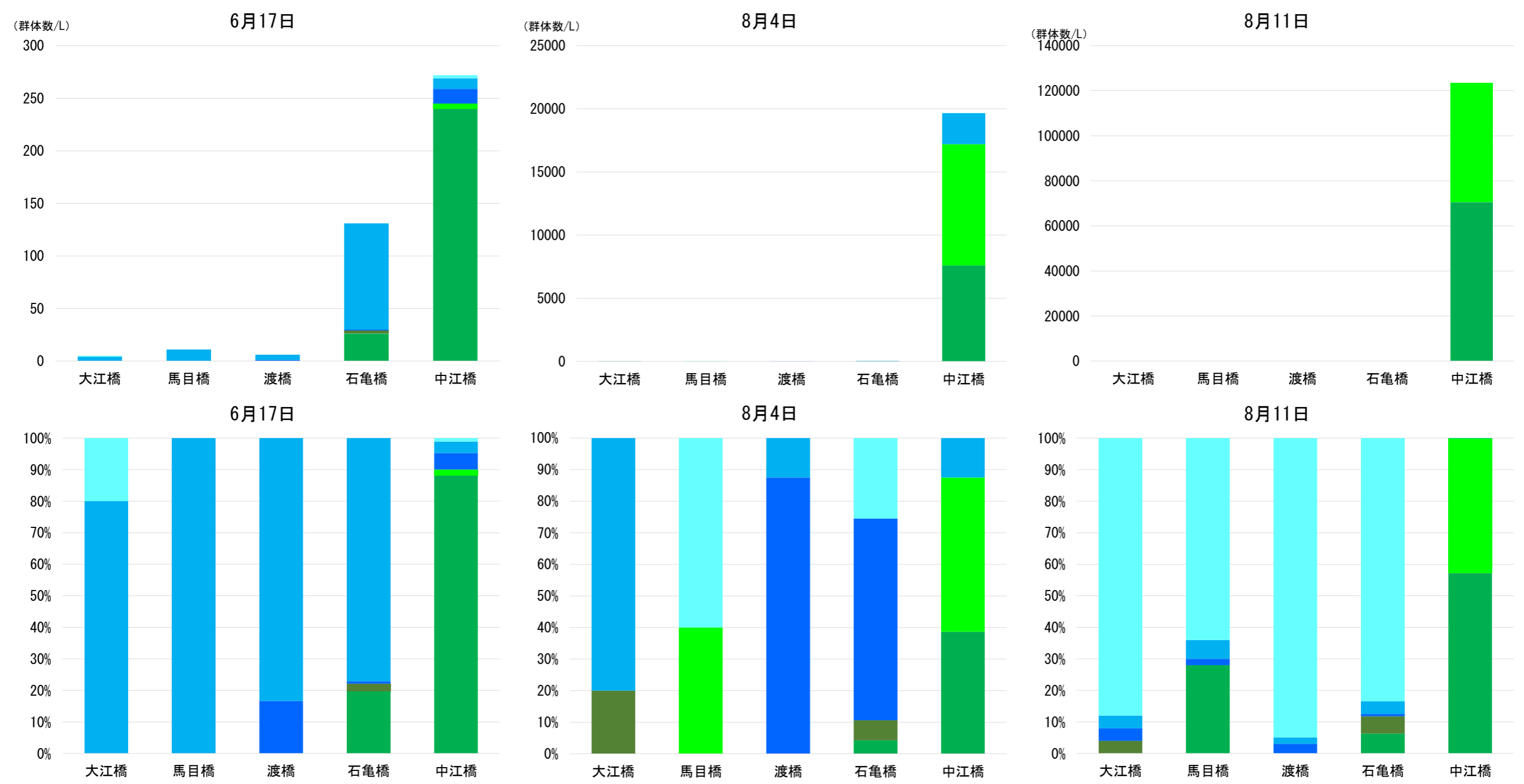
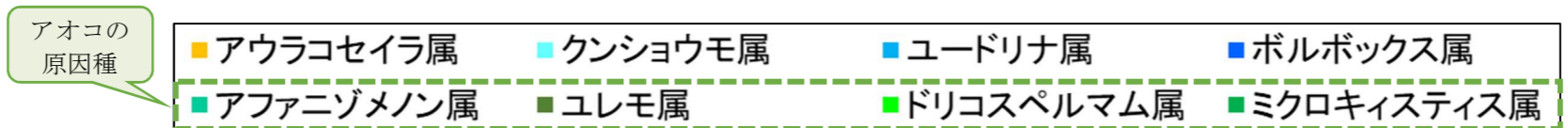


図 2.24(1) 植物プランクトンの種構成

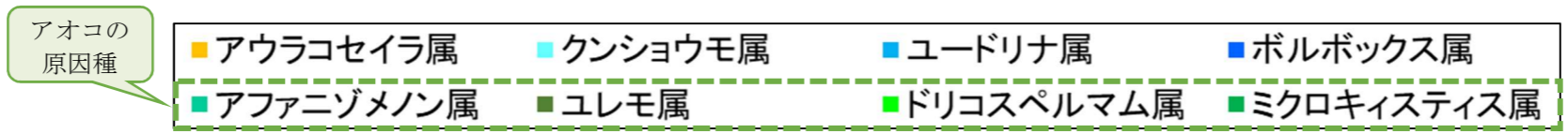


図 2.24 (2) 植物プランクトンの種構成

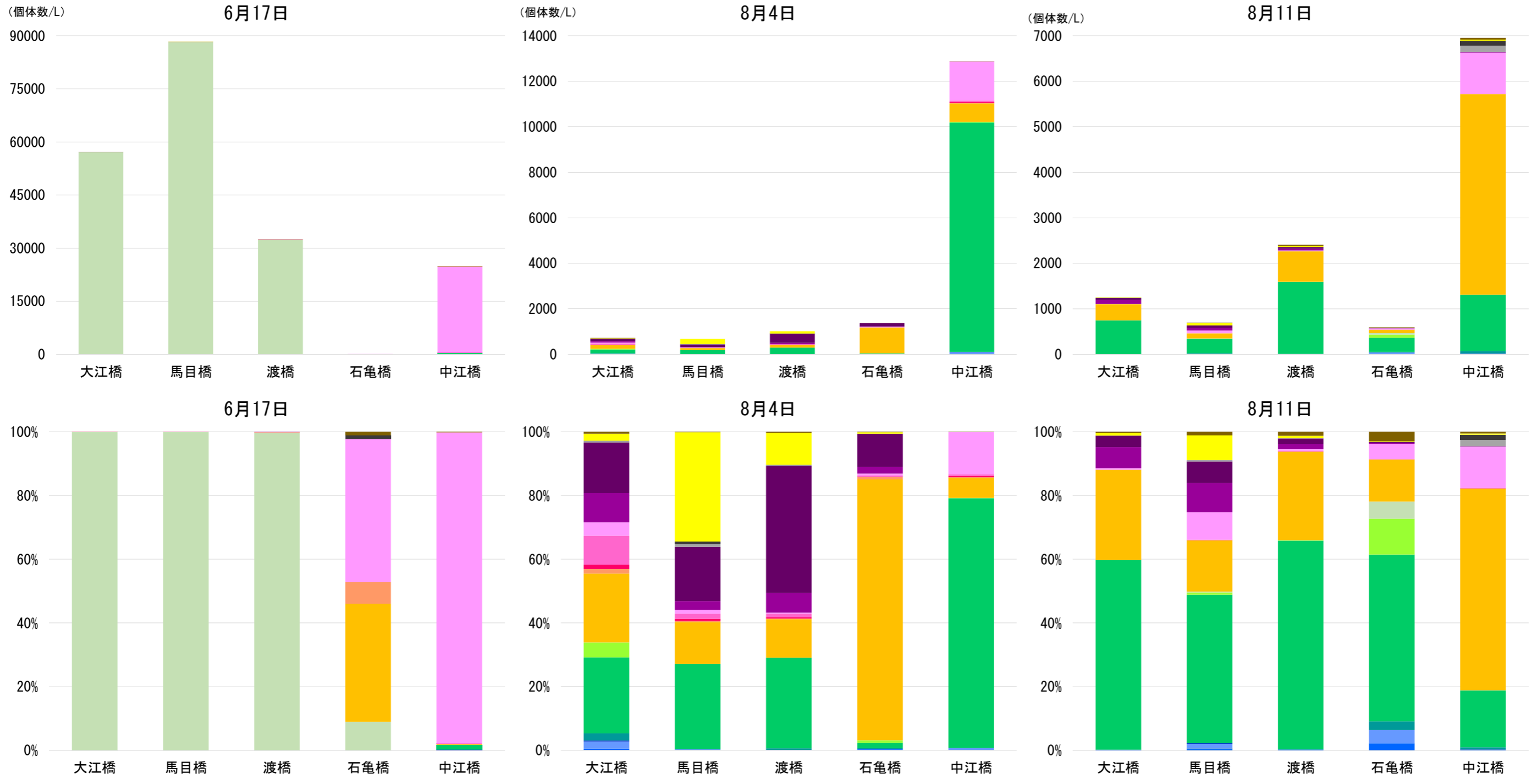
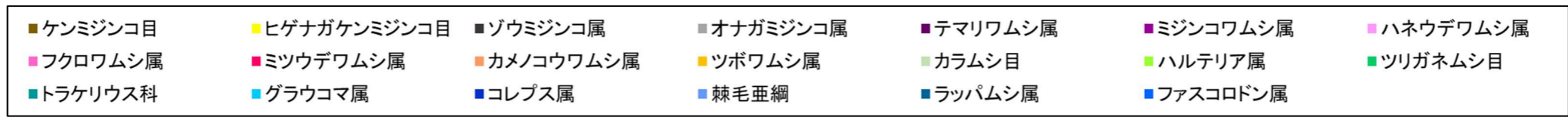


図 2.25(1) 動物プランクトンの種構成

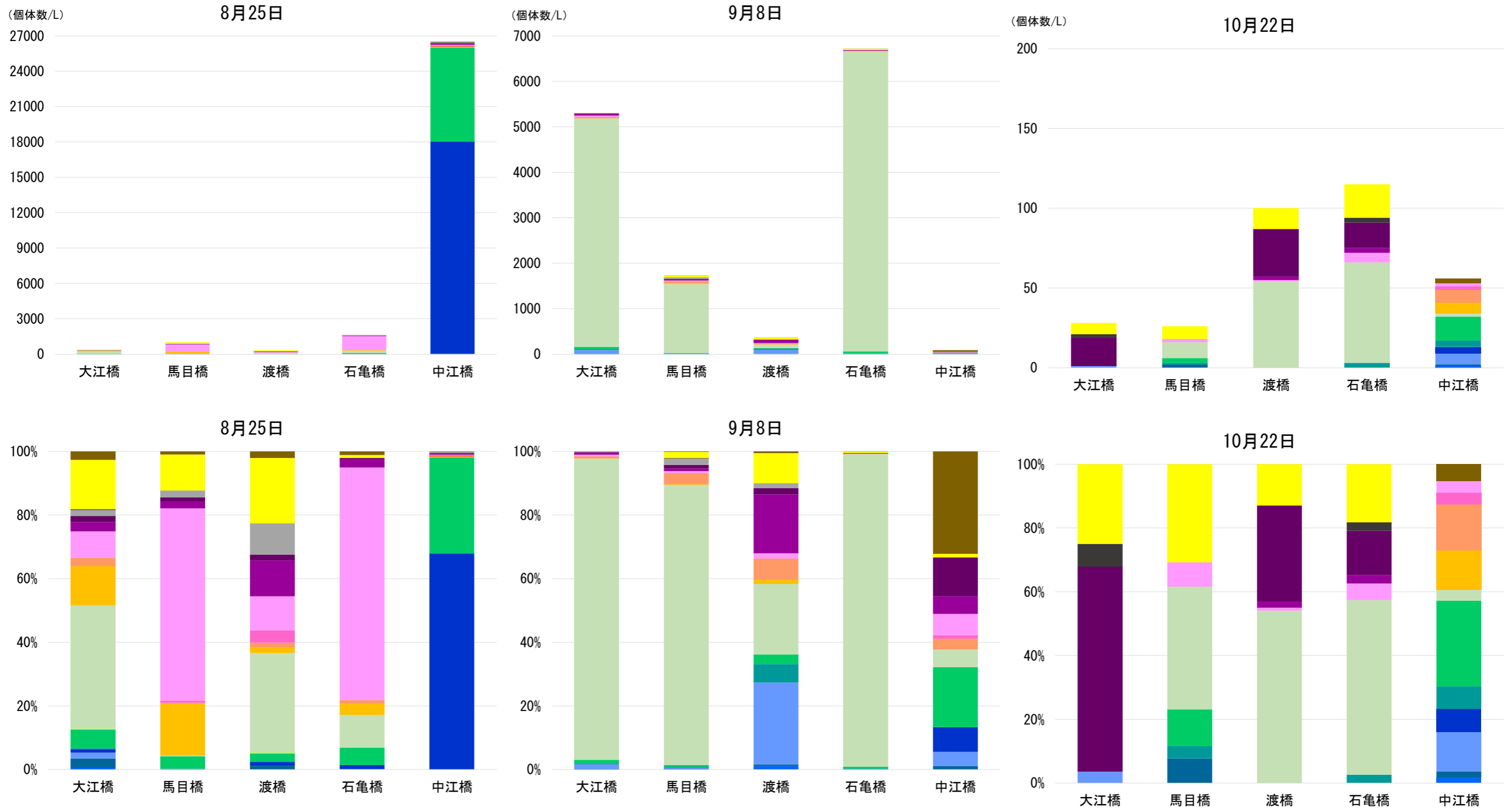
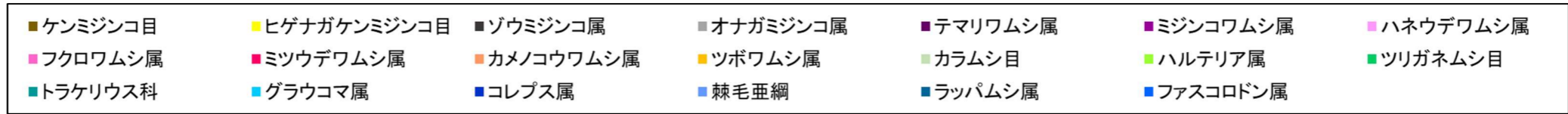


図 2.25 (2) 動物プランクトンの種構成

⑤ 至近3ヶ年の比較

1) アオコの発生と気象状況

- 大江川でのアオコの発生量は、平成30年度>令和元年度>令和2年度の順に多かった(図2.27)。
- 3ヶ年の気象データを比較すると、令和元年および令和2年度に比べてアオコが発生した平成30年度の7月は、顕著に降水量が少なく、日照時間が長かったことから、降水量および日照時間の影響による水温が高い状況が一定期間続いたことが要因と考えられる(図2.29、図2.30)。
- 特に、7月の日照時間はアオコの確認日数と比例している傾向が見られる(図2.27、図2.30)。
- 8月の合計日照時間は3ヶ年で大きな差は見られないが(図2.30)、令和2年度のまとまった日照は、例年アオコが収束し始める8月中旬以降に集中している(図2.31)。
- 令和2年度の大江川では、7月の表層水温が3ヶ年で最も低く、大江川のアオコの発生目安とされる表層水温30℃を超え始める時期が平成30年度に比べて4週間程度、令和元年度に比べて1週間程度遅くなった。
- 9月は日の出～日の入りまでの時間が短く、前線や台風の影響でまとまった雨が多い時期であるため日照時間が短く(図2.30)、アオコが大発生しづらくなると考えられる(図2.27)。

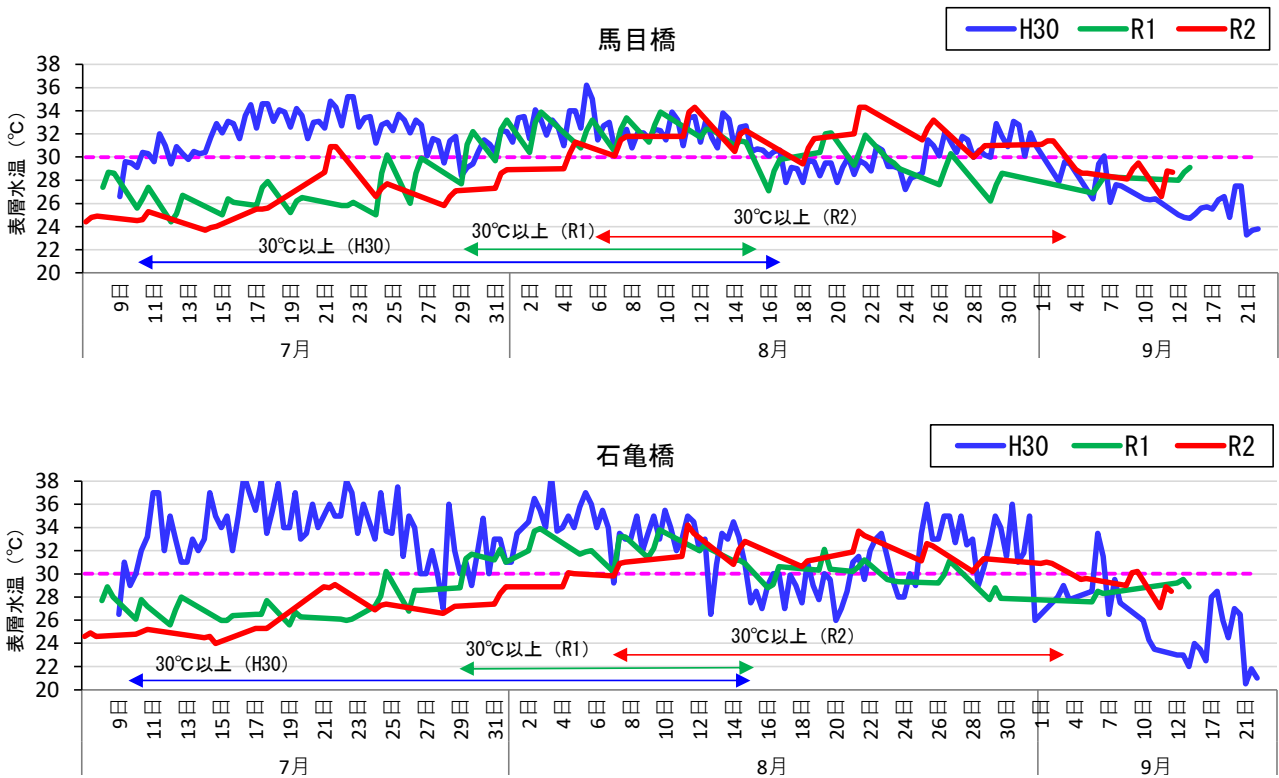


図 2.26 平成30年度～令和2年度の表層水温の比較

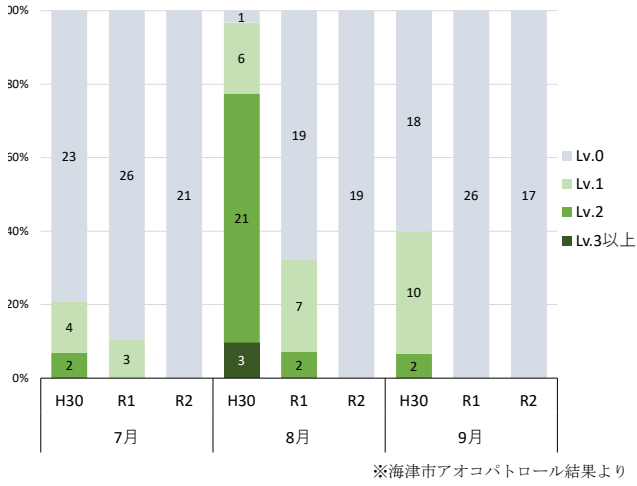


図 2.27 アオコレベルの日数割合 (馬目橋付近)

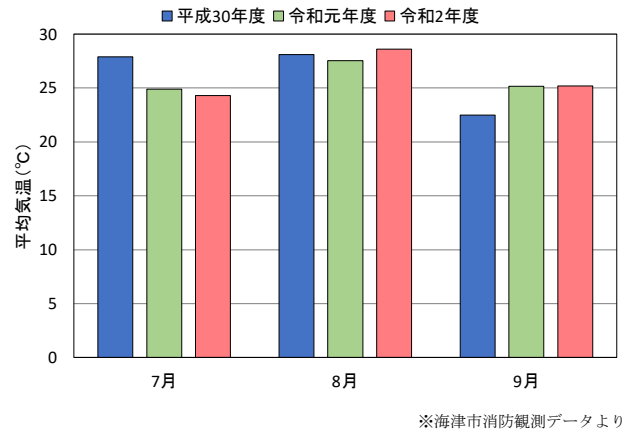


図 2.28 海津市の平均気温

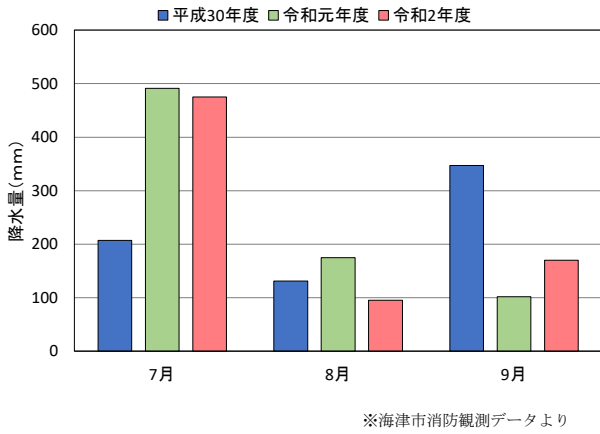


図 2.29 海津市の降水量

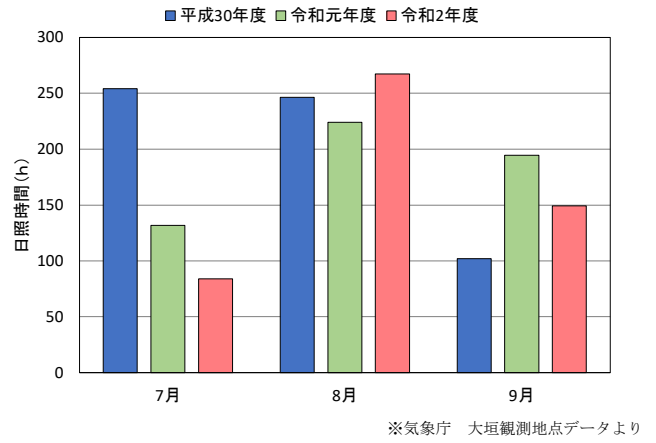


図 2.30 日照時間

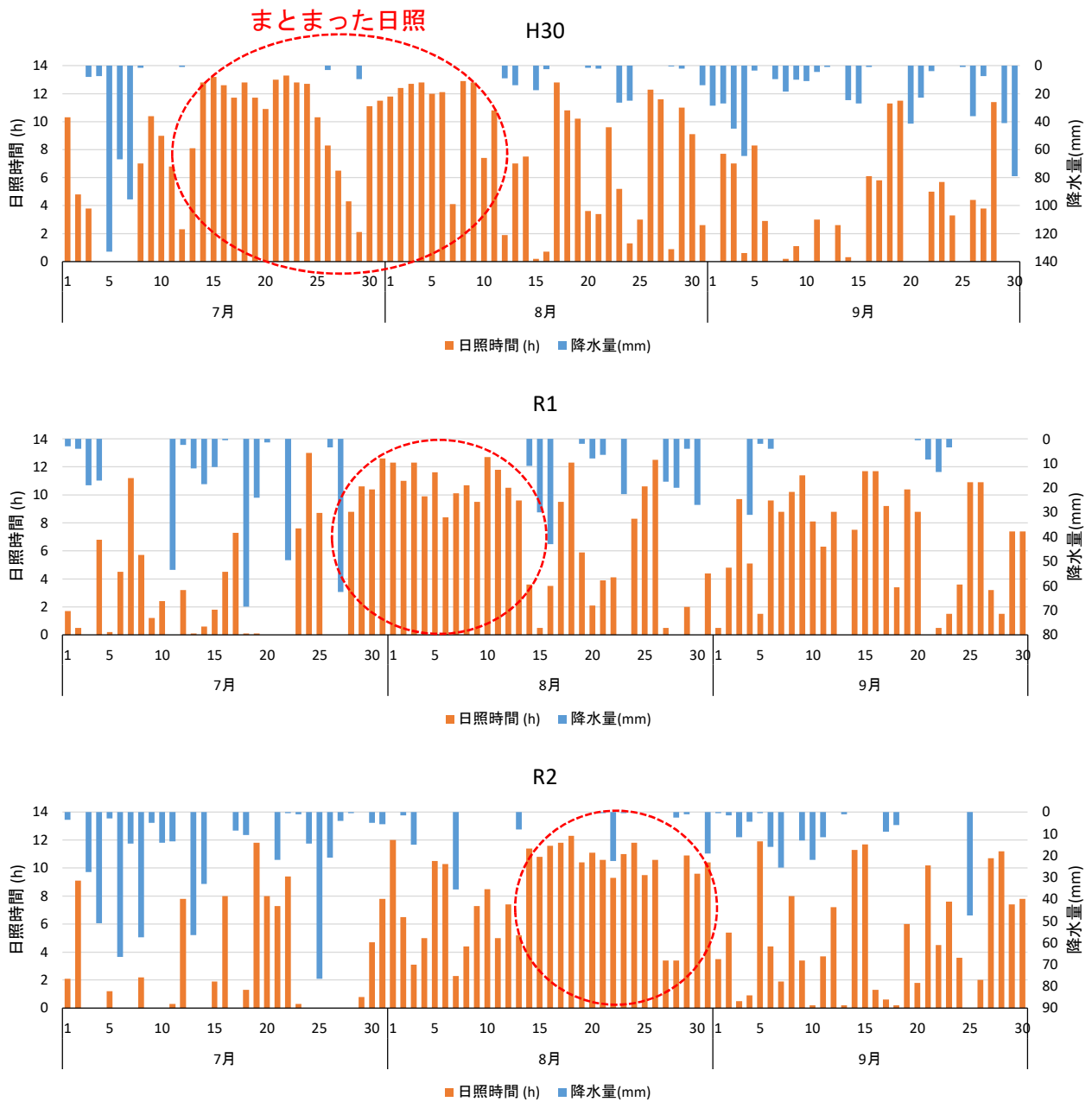


図 2.31 平成 30 年度～令和 2 年度の日ごとの日照時間と降水量

2) 動植物プランクトン

- 平成 30 年度～令和 2 年度に確認された動植物プランクトンの群体数（個体数）について相関分析を行ったところ、アオコ原因種のみクロキスティス属と緑藻類のクンショウモ属の群体数に有意な正の相関が確認された（全 78 検体、相関係数：0.60、無相関検定： $p < 0.01$ ）。
- これは、みクロキスティス属とクンショウモ属の増殖条件が重複することを意味し、競争関係にあると考えられる。
- 令和 2 年度の大江川では、クンショウモ属がアオコ原因種のみクロキスティス属よりも優占したため、アオコの発生が見られなかった可能性がある。
- 一方で、中江川では大江川に比べてクンショウモ属の群体数が少なく、アオコが優占しやすい要因の一つになっていると思われる（図 2.32）。
- アオコが多く発生した平成 30 年度の石亀橋では、9 月 14 日に織毛虫（動物プランクトン）の刺毛虫綱などが数多く見られ、9 月頃になるとアオコの発生が収束に向かうと考えられた。

※相関係数：2 種類のデータの相関の強さを表す値。-1 から 1 の値をとり、1 に近いほど強い正の相関が、-1 に近いほど強い負の相関があることを示す。 相関係数 = 共分散 ÷ (変数 A の標準偏差 × 変数 B の標準偏差)

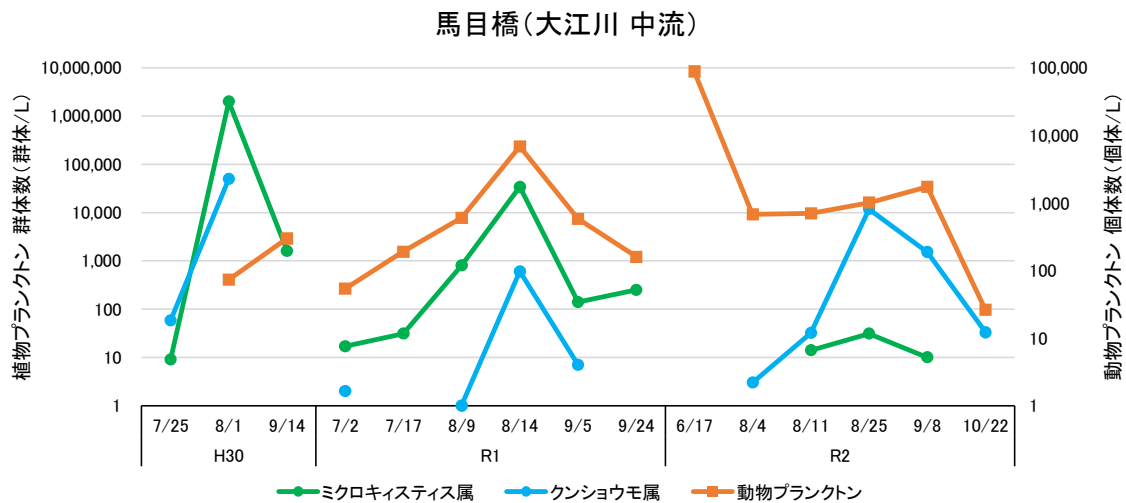
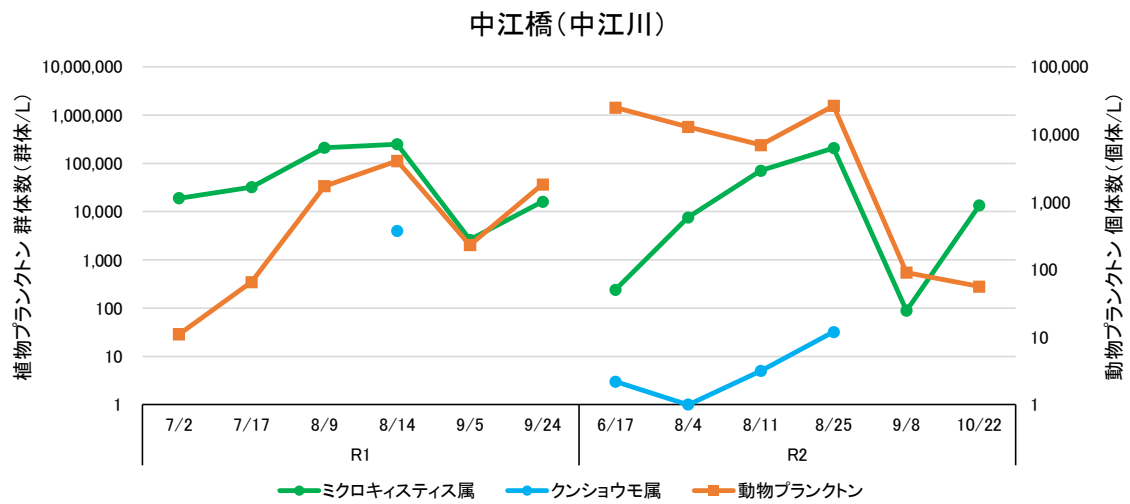
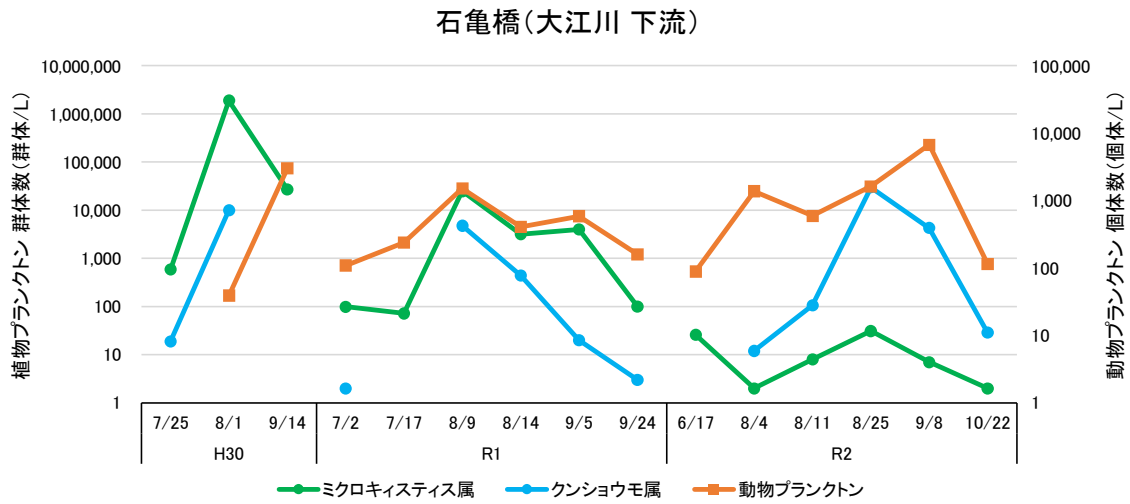


図 2.32(1) 平成 30 年度～令和 2 年度のプランクトン群体数（個体数）の推移



※H30 7/25 は、動物プランクトンの調査未実施
 ※動物プランクトンの個体数は、H30～R2 で合計 100 個体以上の確認された分類群の個体数合計値

図 2.32(2) 平成 30 年度～令和 2 年度のプランクトン群数 (個体数) の推移

3. 新たなアオコ対策の効果検証

- 過去にアオコの大発生が確認された馬目橋上流において、水中ポンプで汲み上げた河川水を下流側へ向けて水面に排水し、水流の創出効果および水質の変化について調査した。

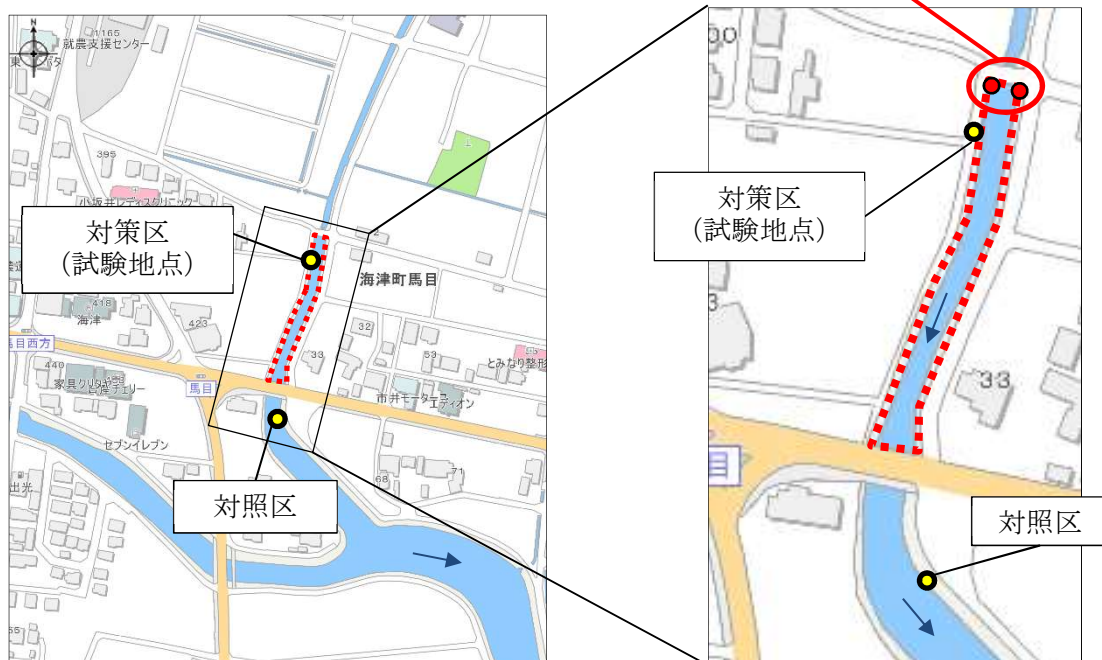
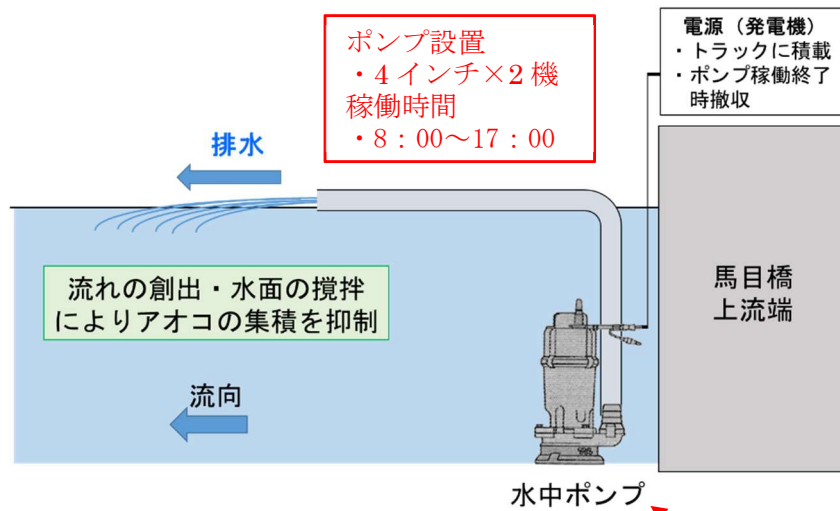


図 2.33 水中ポンプによる水流創出実験概要(馬目橋付近)

① 水中ポンプによる水流の創出

- 水中ポンプ稼働中（吐出量約 1.0m³/s/基）には、10cm/秒程度の流速が確認された。また、図 2.34 に示す通り、兩岸に1機ずつ設置した場合に比べ、右岸に2機設置した場合はより効果的な流速を得られた。
- 平流速の約 9 割が±1cm/秒以下、逆流の発生が約 17%を占める馬目橋（令和元年度データ）において、アオコ集積を抑制する効果が期待できる流速であると考えられた。
- ただし、水流が創出されるのは局所的であるため、ホースの排水口は可動式にしており、アオコの発生状況に合わせて適宜移動させることが望ましい。

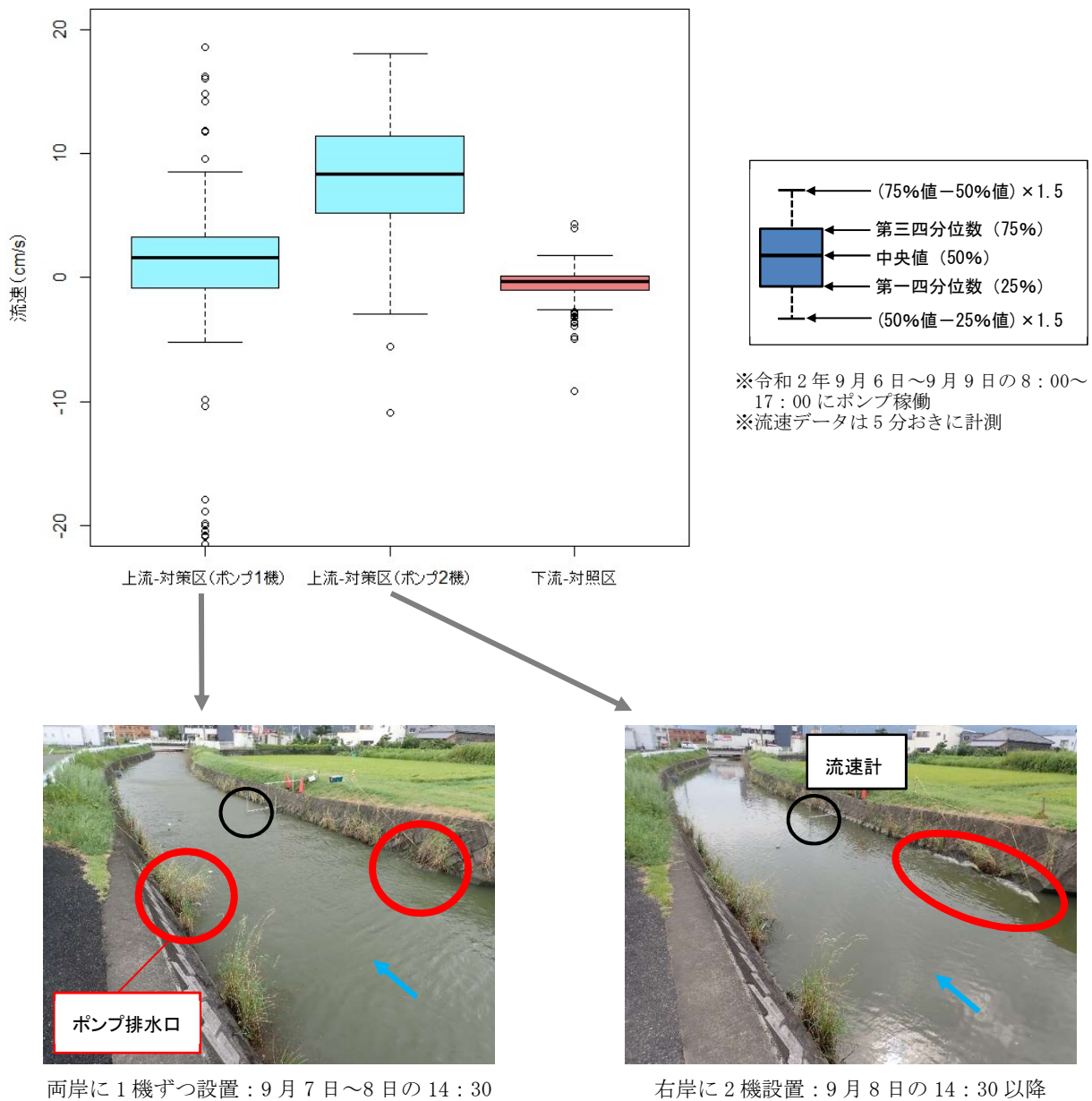


図 2.34 水中ポンプ対策中の表層流速（河川下流方向流速）の比較

② 水中ポンプによる水質の変化

- 対策前後の水質項目を比較すると、溶存酸素濃度 DO については対策後に対策区で低下する傾向が見られたが、それ以外の項目については、対策前後で大きな変化は見られなかった。
- 河川水を汲み上げている底層では、水が大気に触れないことから表層に比べて DO が低くなる。対策後の表層 DO の低下は、これを反映していると考えられる。

表 2.8 新たなアオコ対策実施時の水質調査結果

	対策区（馬目橋上流）					対照区（馬目橋下流）				
	対策前	対策中			対策後	対策前	対策中			対策後
調査日	9月7日	9月7日	9月8日	9月9日	9月10日	9月7日	9月7日	9月8日	9月9日	9月9日
試料採取時刻	7:55	14:00	12:10	12:00	10:00	7:50	14:15	12:00	12:15	10:15
pH	7.5	7.6	7.7	7.5	7.5	7.6	7.6	7.8	7.6	7.6
DO (mg/L)	6.3	6.6	5.6	5.0	3.9	6.1	6.6	6.2	5.8	5.8
BOD (mg/L)	1.7	1.6	1.3	2.1	1.6	1.7	1.3	1.3	1.8	2.0
SS (mg/L)	27	25	12	23	18	29	22	10	7	8
T-N (mg/L)	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	1.1	1.5
T-P (mg/L)	0.24	0.26	0.25	0.29	0.25	0.23	0.22	0.26	0.24	0.24
クロロフィルa (μg/L)	15	16	9.8	8.0	7.5	17	14	10	10	21

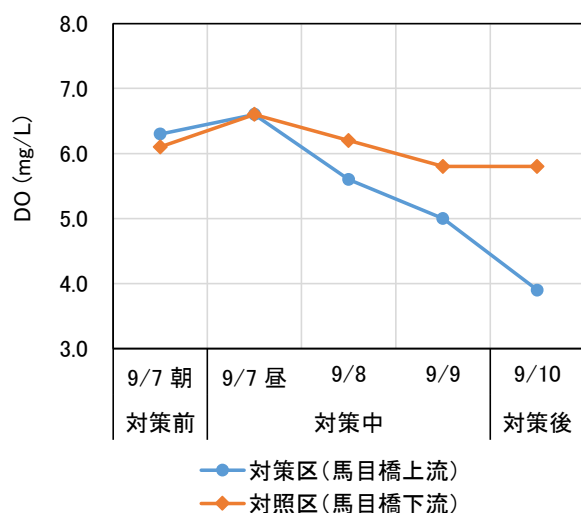


図 2.35 対策前後の DO の変化

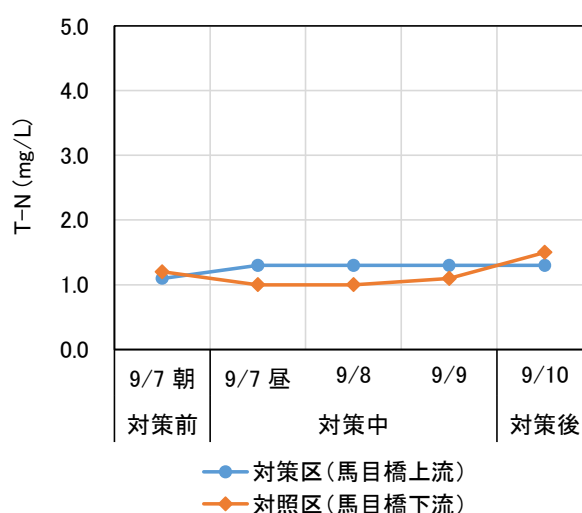


図 2.36 対策前後の総窒素の変化

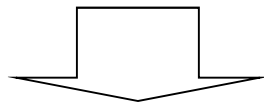
4. まとめ

① 令和2年度の調査結果

- ・ 令和2年度は梅雨が長引いたために7月の降水量が多く、7月の日照時間が顕著に短かった。その影響により7月の大江川表層水温が低くなり、アオコが発生しなかったと考えられる。中江川についても令和元年度に比べてアオコの発生は少なく、高い日でもアオコレベル2程度に留まった。
- ・ 9月中下旬は日照時間が短くなるうえに降水量が多く、アオコ発生が抑制される可能性が高い。

② 過年度調査のまとめと今後の管理方針

- ・ 大江川における栄養塩類の濃度は上流～下流の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。
- ・ アオコの発生は気象条件に大きく左右され、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。
- ・ また、気象条件はアオコの発生に対し、アオコ原因種の競争相手となるクンショウモ属のようなプランクトンの増減を介して、間接的な影響も与えている可能性がある。
- ・ 大江川において、アオコの発生は調査期間8年のうち令和2年度を除く7年で確認され、このうちアオコレベル4以上が確認された年は平成25年、平成30年の2回のみで、ごく稀なケースである。
- ・ アオコ発生と相関を持つ表層水温、およびそれに直結する降水量、日照時間といった項目を監視していくことが重要である。
- ・ 水面にアオコが集積した場合には、フィルター材による濾過・除去を行うことで、アオコの拡がりや悪臭被害の軽減を図ることが可能であると考えられる。
- ・ 水中ポンプによる水流創出により、馬目橋上流では10cm/秒程度の流速が確認され、アオコ集積を抑制できる可能性がある。



■ 今後の対応

- ・ 今後はアオコパトロールおよび定期調査を継続し、降水量、日照時間といった気象条件と併せてアオコの発生を注視していく。
- ・ 発生状況等に応じてアオコ対策を準備・実施し、悪臭等の被害発生を防止することを管理目標とする。
- ・ 令和2年度時点における海津市の下水道整備率は86. %、水洗化率は68. 4%となっている。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、大江川全体の水質改善を図ることが必要である。