

# X 水質状況と浄水処理

## 室生ダム取水塔における水質

### 【概要】

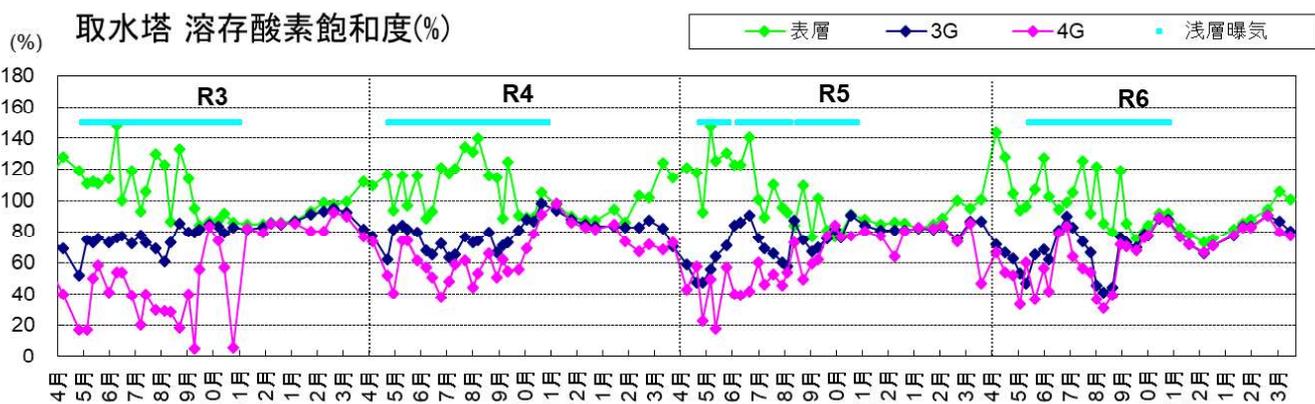
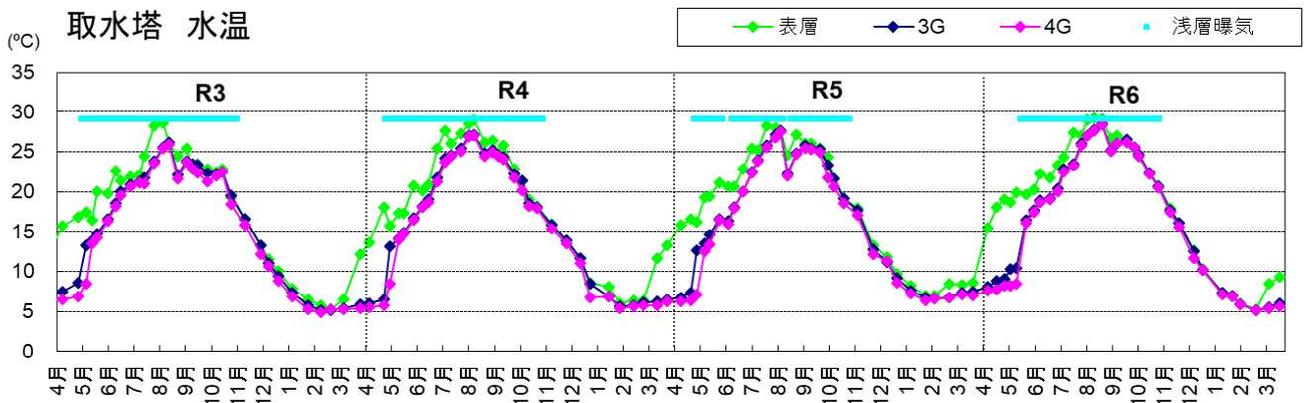
令和6年度は、アオコ対策、底層水質改善を目的として5月20日から11月1日まで浅層曝気を実施しました。フォルミディウムは年間を通じて増殖はみられませんでした。アナベナは6月下旬に増殖が見られましたが、増殖程度は低く問題となるようなかび臭の発生はありませんでした。ラフィド藻は令和5年度と同様、10月に増殖がみられ、またミクロキスティスは8月下旬から9月中旬にかけてやや増殖がみられましたが、いずれも問題となるレベルではなく、浄水処理への影響はありませんでした。

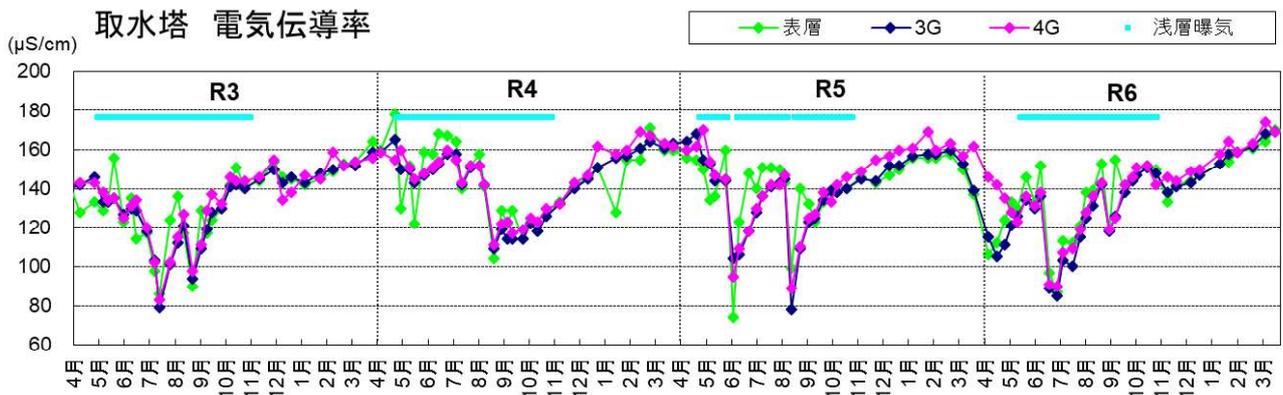
令和6年度は令和5年度から引き続き、原水水質改善を目的として3号ゲート（3G）および4号ゲート（4G）の両方から取水しました。なお、令和4年5月18日より副ダム（水質保全ダム、H13年3月設置）ゴム堰が破損、倒伏した状態が継続しています。

### 1. 室生ダム取水塔付近の水質

#### (1) 水況及び水温

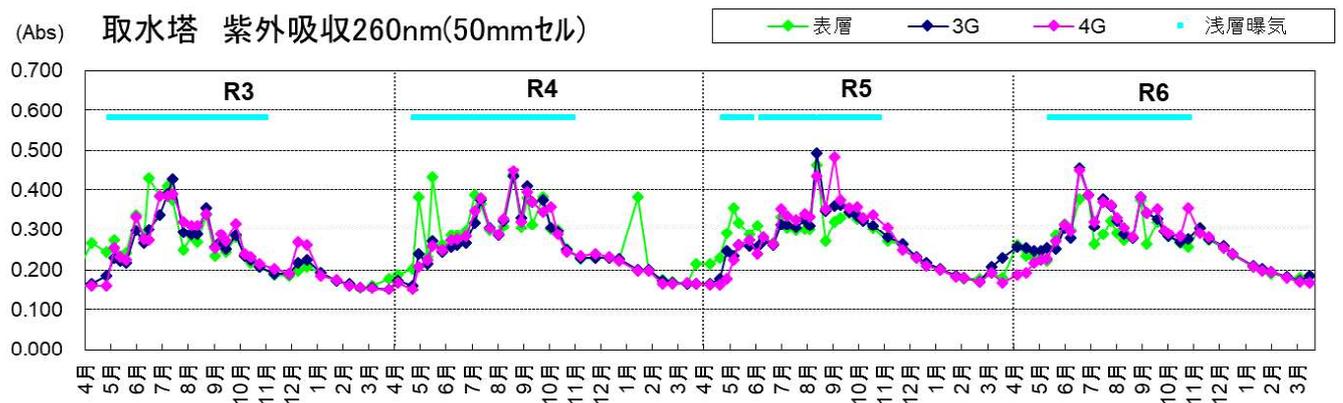
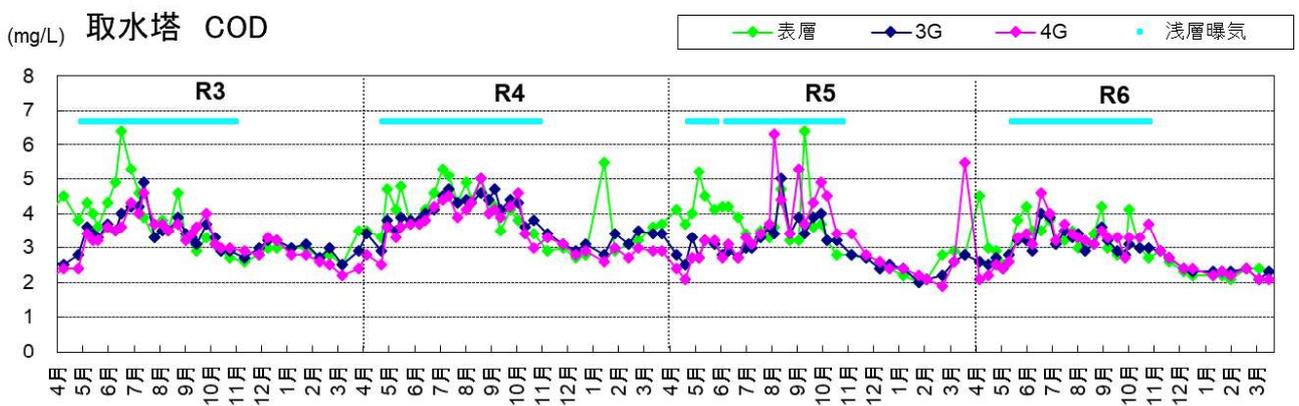
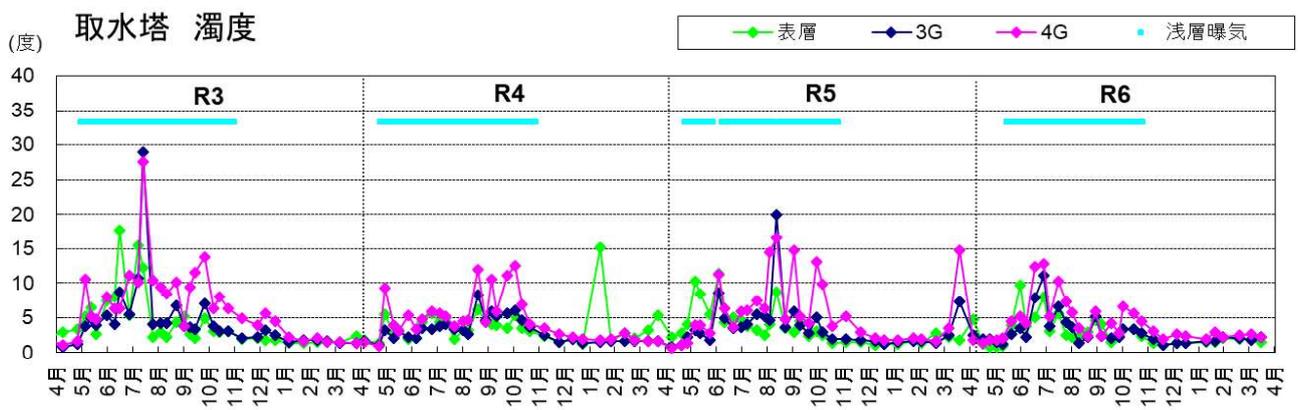
令和6年度はプランクトンの増殖抑制を目的として5月20日から浅層曝気装置の運転を開始しました。この影響により、取水塔底層における水温、酸素飽和度は例年より1か月程度遅い5月下旬から上昇しています。また、曝気停止期間に溶存酸素量が低下している部分もありますが、溶存酸素飽和度は改善されています。6月下旬から7月上旬にかけて降雨に伴う出水の影響により、一時的に電気伝導率が低下しています。





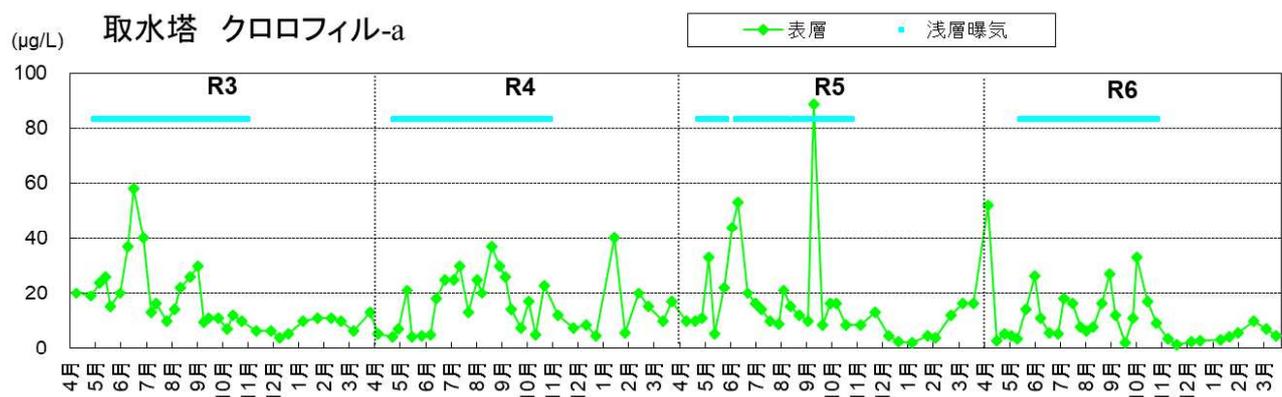
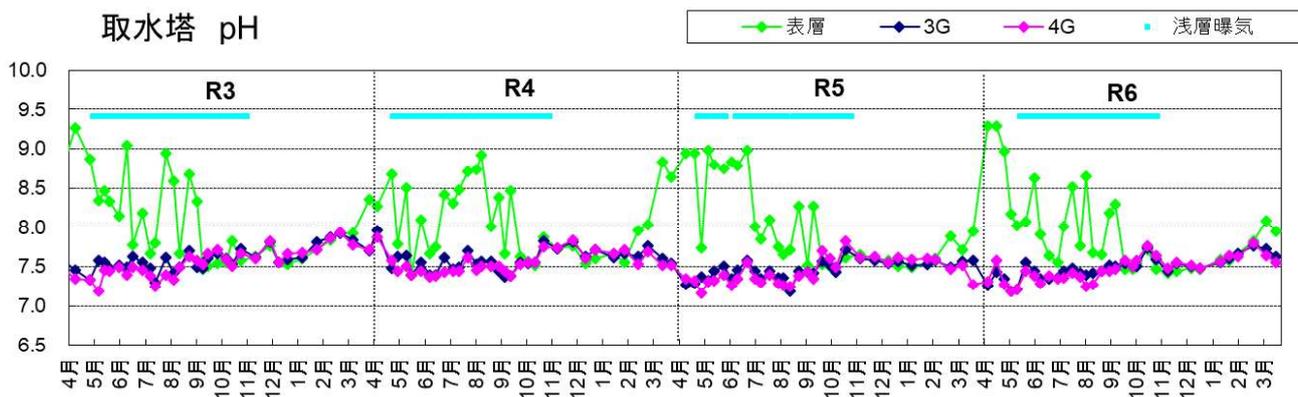
## (2) 濁度と COD と紫外吸収

夏季は、特にまとまった降雨による出水の影響を受け、底層まで濁度、COD 及び紫外吸収 260 nm が高い値を示しました。



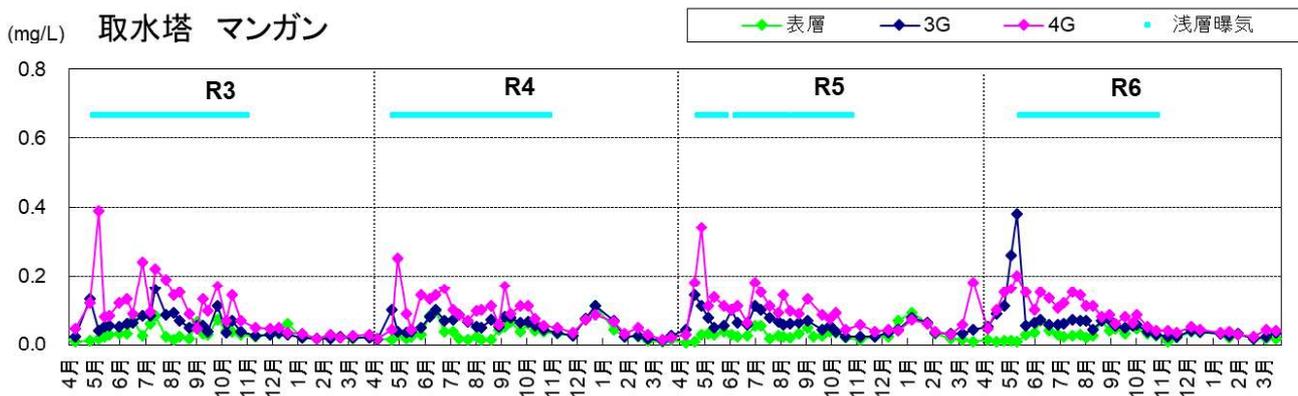
### (3) pH、クロロフィル-a

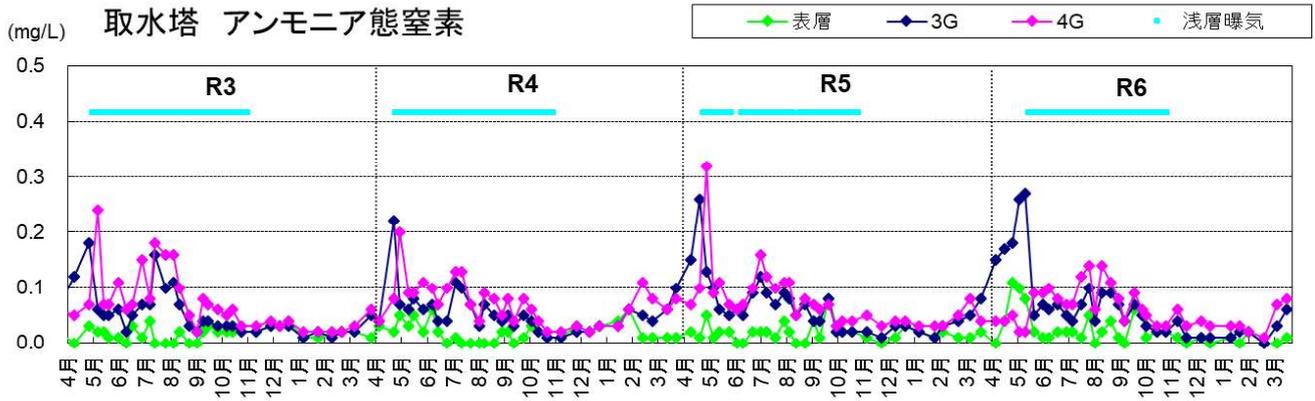
取水塔表層の pH は 4 月 11 日および 22 日に 9.3 と高い値を記録しています。取水塔表層において同時期に *Cryptomonas* を主としたプランクトンの増殖が確認されていることから、水中の炭酸イオンが光合成により減少している影響が大きいと考えられます。それ以降は降雨による出水等により、上下変動を伴いながら徐々に pH は低下していきました。クロロフィル-a は、上述したとおりプランクトン量が 4 月増加していることから 4 月で高くなっていると考えられます。この他、6 月 6 日に小型の *Cyclotella* が 92,000 細胞/mL の増殖が確認されました。



### (4) マンガンとアンモニア態窒素

浅層曝気装置稼働前の 5 月中旬に、3 号ゲート付近でマンガンやアンモニア態窒素の濃度がやや高くなりましたが、曝気装置稼働後は底層の嫌気状態が解消され、マンガンやアンモニア態窒素の濃度が低下し年間を通じて大きく上昇することはなく安定して推移しました。





2. ミクロキスティスの発生状況

8月26日及び9月5日の14群体/mLが最大で僅かに増殖がみられ、アオコが発生しましたが、問題となるレベルではありませんでした。表層のミクロキスチン (LR・RR・YR) の最大合計値が0.0048 mg/L、ミクロキスチン-LRは0.0017 mg/Lと令和5年度より高い値でしたが、浄水では0.0001 mg/L未満のため問題ありませんでした。

取水塔表層ミクロキスティス出現状況

出現数: 1mLあたりの群体数

年度	5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	
R6										1	4	14	14	11	3	9						
R5										1	1			12	5	1	1	1				
R4									3	5		3		1	3							
R3										3	1	32	2	2	1	1						
R2				1								2	32	12	15	4	1					
R1							2				2	2			1	10		1				
H30												1	2	8	32	1	3					
H29							2	3	9	19	9	16	51	130	1	2						
H28			1	2	5	2	3			93	170	28	120	17	32	21	1	4				
H27					1							51	230	8	35	20	10	14			11	2
H26								1	1		1				1	1						
H25								1	73	4	4	10	150	1								
H24												13	21	10	1							
H23							1	2	5	22	38			10			6	4				
H22						1		1	6	9	23	130	64	55	18	10	51	6			8	
H21							3	21	40	42	79	1100	440	26	58							
H20				1	8	79	250	360	650	390	100	2000	94	760	34	15					4	
H19							2	10	1	6	160	110	130	390	600	200	120	510	46			
H18				4			4	33	51	35	350	400	3300	960	170	360	290	11			1	
H17						2		6	1	74	280	650	190	1100	210	110	58	69	30			
H16			2	2		6	240	170	1400	50	17000	290	850	400	580	20						
H15							6	64	68	51	2400	720	6700	400	230	43	20	4				
H14			4	2	2	2	42	5	8	170	240	88	120	4500	52	49	66	13			2	
H13						2		12	2	18	8	10	6	8	34	12	4	8	4		2	
H12				4	6		22			1000	640	1100	580	79		100	110	4				
H11						8			12	16		4						2				
H10					2	2			2	14		16	60		18	6	2				2	
H9					6			1	4	6	3	12	2	23	25	7		13				
H8									13	160	13	1400	19	13	13	6	6			6		
H7											13	210	13		38	25						
H6						12		12	12	62	100	93	87	140	180	130		12	37			
H5						12		25	75	62		750	700	200	12							
H4												12	37	50		37	37					
H3					12			62	62	12	190	50	50	37	50							
H2					12			12	12	6500	5900	2600	140									
H1								12		75	1200	1200	3000	75								

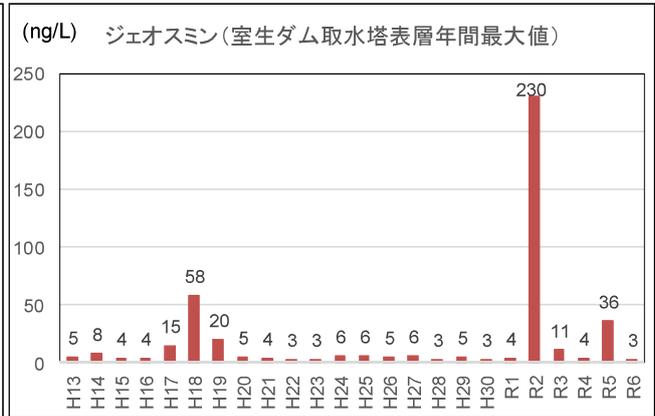
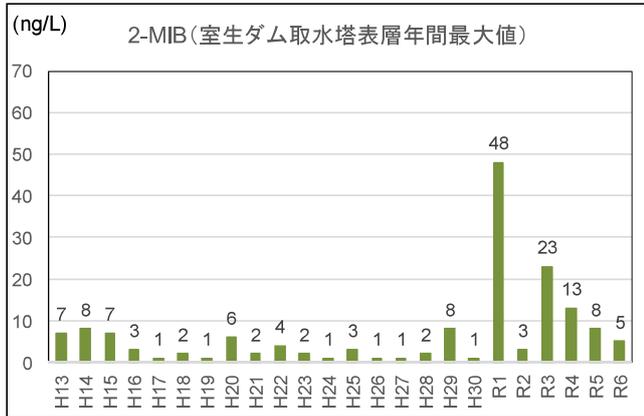
10-99群体/mL

100-999群体/mL

1000群体/mL 以上

### 3. かび臭状況

4月22日に下戸橋地点でフォルディウムが39糸状体/mL検出され2-MIB濃度が14ng/Lとなりましたが、取水塔表層ではフォルディウムの増殖は年間を通じてほとんどみられず、2-MIB濃度の年間最大値は5ng/L(4月22日)と問題となるほど高くはなりません。ジェオスミンについても、年間最大値が3ng/L(アナベナの最大数は、6月24日の5糸状体/mL)と低く、問題となることはありませんでした。



取水塔表層フォルミディウム出現状況

出現数:1mLあたりの糸状体数

年度	5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	
R6						2					2			1	2			1			2	1
R5				1	4	9			1			1										
R4						1	1	8	18	1600		1000	92	42								
R3				1	5	39	31	6		8	3						1					
R2			1			2				5				1	3							
R1				1	10	160	67	52	36	400	15	14	51	96	50	58	48		1			
H30		1			1							2		4	1	1	5					
H29																						
H28						7	16						3	1								
H27				1	6					1		1	2	2								
H26								1	1			1		1				1				
H25										1		1	6	2	38	3						1
H24																	1					
H23													7									
H22						3									1	1			1			
H21																1						
H20				2	1																	
H19										2												
H18														1								
H17								12														4
H16						4			4													
H15	8							8	16													
H14				2	2		34	4		4		10		8		4	4					
H13			2			2			2	8	6				98	28	12	6				

■ :5-9糸状体/mL

■ :10-49糸状体/mL

■ :50糸状体/mL 以上

取水塔表層アナベナ出現状況

出現数:1mLあたりの糸状体数

年度	5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月		
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30
R6			1			5	1	4	1				1	1							
R5		1	3		5	2	8	1	72	25	9	6	2				2				
R4								1	14	25		12	2								
R3										2	2	16		2		1	11			1	
R2			1	120		26	1		12	2	12	1			2		2				
R1	2		10	1	6	3	2	44	8	19	1	2	1		3	1	2				1
H30	4	2	26		7	24			3	17			3	1			1				
H29		2		4		7						1				21					
H28	25	970	3000	23	24	23	32	1		11	3		13			3					
H27			2	2	8								5	1				5			2
H26								2		1			5		1	3					
H25												2	2	7	7						
H24				2	1							53	68	74							
H23				3	3	1									1						
H22							1		2												
H21																					
H20			1	8	16		1														
H19						4	13	10	1	2											
H18			2			13															
H17											12										
H16												1									
H15																					
H14																					
H13															4	6	2				

:5-9糸状体/mL

:10-49糸状体/mL

:50糸状体/mL 以上

## 4. ラフィド藻

令和4年度及び5年度は10月に100細胞/mL以上確認されていましたが、令和6年度は最大でも22細胞/mLで、また、原水のトリクロロ酢酸生成能の最大値は9月3日の0.097mg/Lで令和5年度の最大値である0.13mg/Lを下回りました。

取水塔表層ラフィド藻出現状況

出現数:1mLあたりの細胞数

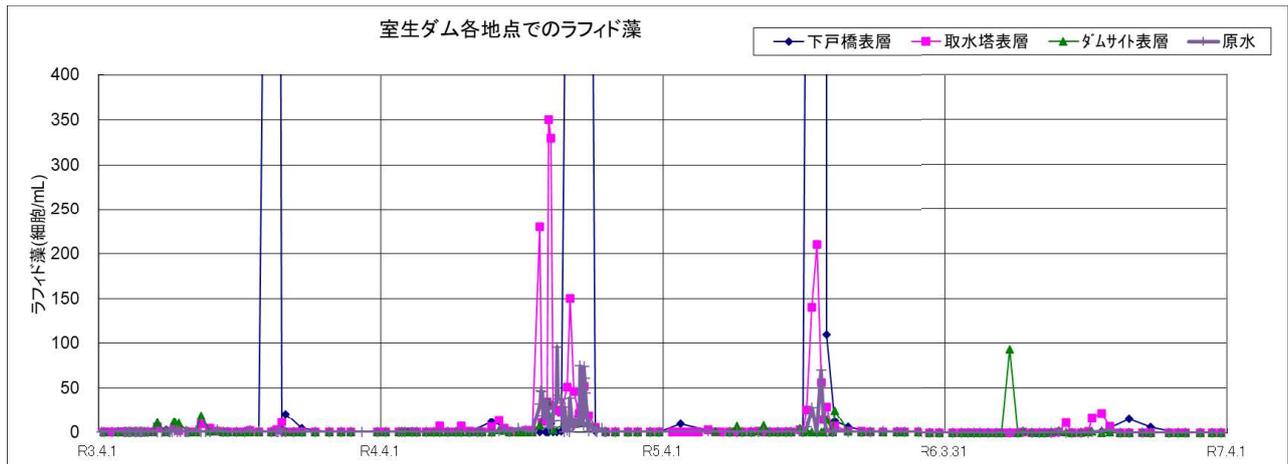
年度	5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	
R6							1			1	12				17	22	8								
R5			3						1					3	26	140	56	7			1		1		
R4				7			7	1			6	14	1		2	2	230	31		51		22	19		
R3				6		5	2		9		4	1				2									
R2					54	5	3		26	16	28	150	29	33	30	2			220	29	3		23		
R1			2	2	14	36	8	4	1	4	1	130	180	3	2	3	1	1	23						
H30													36	40	1	94		2							
H29	2		5	2	3	24	1	2	2		9		81		70	3200							1		
H28			2			1	2	52		1	27		6	1	5		64	74	17	40	8	1			
H27		19	25	360	1	2	1	1	1	2	0	15	3	41	1		15		11	1	3				
H26							1				1	3	74	26	690	620	280		490	17		30	11		
H25						200				10	13				12		1			2					
H24												170	3	270	370	82	28		74	3					

:10-99細胞/mL

:100-499細胞/mL

:500細胞/mL 以上

6月24日のダムサイト表層での93細胞/mL（水温21.9℃）が最大で、例年と比較すると増殖はみられませんでした。



# 「水道水及び原水における化学物質等の実態を踏まえた水質管理の向上に資する研究」

## 消毒副生成物分科会

### 奈良県における消毒副生成物の実態調査

#### 1-1 桜井浄水場における消毒副生成物の水質管理

本県では、「消毒副生成物及び異臭味に関する水質管理方針(平成 28 年 7 月改訂)」(以下、管理方針)に基づいて消毒副生成物濃度を管理している。これは、受水市町村給水末端において、クロロホルム、ジクロロ酢酸(DCAA)及びトリクロロ酢酸(TCAA)が水質基準値の 70%値を超過することのないよう、送水における消毒副生成物増加量を予測し、水質管理を行うものである。通常時は、上記 3 物質における濃度の相関が高いことから、これらの予測値をクロロホルム値として換算し、得られた換算値の中で最も厳しい値であるジクロロ酢酸のクロロホルム換算値(0.011mg/L)を浄水クロロホルム濃度の管理目標値として制御することで、消毒副生成物を一括管理している。ただ、室生ダム湖内でプランクトン(ラフィド藻)が増殖し、かつトリクロロ酢酸とジクロロ酢酸の生成能比(=トリクロロ酢酸FP/ジクロロ酢酸FP 以下、生成能比)が 3 を超過した時は、浄水トリクロロ酢酸について、管理目標値(0.006mg/L)を設定している。

桜井浄水場では、図 1.に示した処理工程により浄水処理を行っている。消毒副生成物の低減対策として、接合井で粉末活性炭を注入し、管理方針で設定した管理目標値を超過しないよう、クロロホルム、ジクロロ酢酸及びトリクロロ酢酸の生成能及び浄水中の濃度、さらに原水及び浄水処理過程の紫外線吸光度(260nm)等を測定し、その注入率を適宜変更している。なお、粉末活性炭は期間注入を実施している。

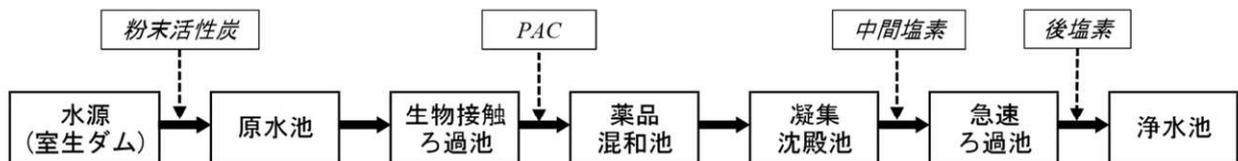


図 1 桜井浄水場の処理フロー

#### 1-2 消毒副生成物の水質管理状況

水源の室生ダムでは、春から秋にかけてアオコ対策として、浅層曝気による湖水循環(R6/5/20~11/1)が実施される。この影響で、水温上昇や底質の巻き上げが発生し、消毒副生成物生成促進の要因となる。また、出水期には降雨による濁水がダムに流入し、原水中の消毒副生成物前駆物質質量が増加する。これら原水水質の状況に応じて粉末活性炭注入率を適宜変更している。粉末活性炭の注入量は、R4 年度から高機能炭(2-MIB 価:3 以下)に変更したことにより、以前に比べ低く抑えられている。

給水末端における消毒副生成物濃度は、概ね水質基準値の 70%以内に維持することができていた。今年度は、水源ダムでラフィド藻の増殖はほとんど確認されず、ハロ酢酸類の生成にも異常は見られなかった。

以下に今年度の調査結果について報告する。

### 1-3 桜井浄水場におけるクロロホルム、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸について

桜井浄水場浄水、A市受水地及びB市給水末端における、各種消毒副生成物濃度の最大値を表1に、今年度の推移を図2に示す。

クロロホルム濃度は、A市受水地では浄水の約2倍、B市給水末端では浄水の約3倍の濃度で推移し、例年と同じ傾向であった。

ダムでのラフィド藻の増殖がなかったことから、TCAA濃度に異常な増加は見られなかった。高濁時や高水温期は粉末活性炭及びPACの注入を強化し、概ね水質基準値の70%以内に維持することができた。

表1 各消毒副生成物の最大濃度

消毒副生成物	地点	最大濃度 (mg/L)	日付(例)
クロロホルム	浄水	0.011	7月12日
	A市受水地	0.019	7月30日
	B市給水末端	0.032	7月30日
ジクロロ酢酸	浄水	0.007	7月29日
	A市受水地	0.012	7月30日
	B市給水末端	0.017	7月23日
トリクロロ酢酸	浄水	0.008	7月29日
	A市受水地	0.017	7月1日
	B市給水末端	0.021	7月23日

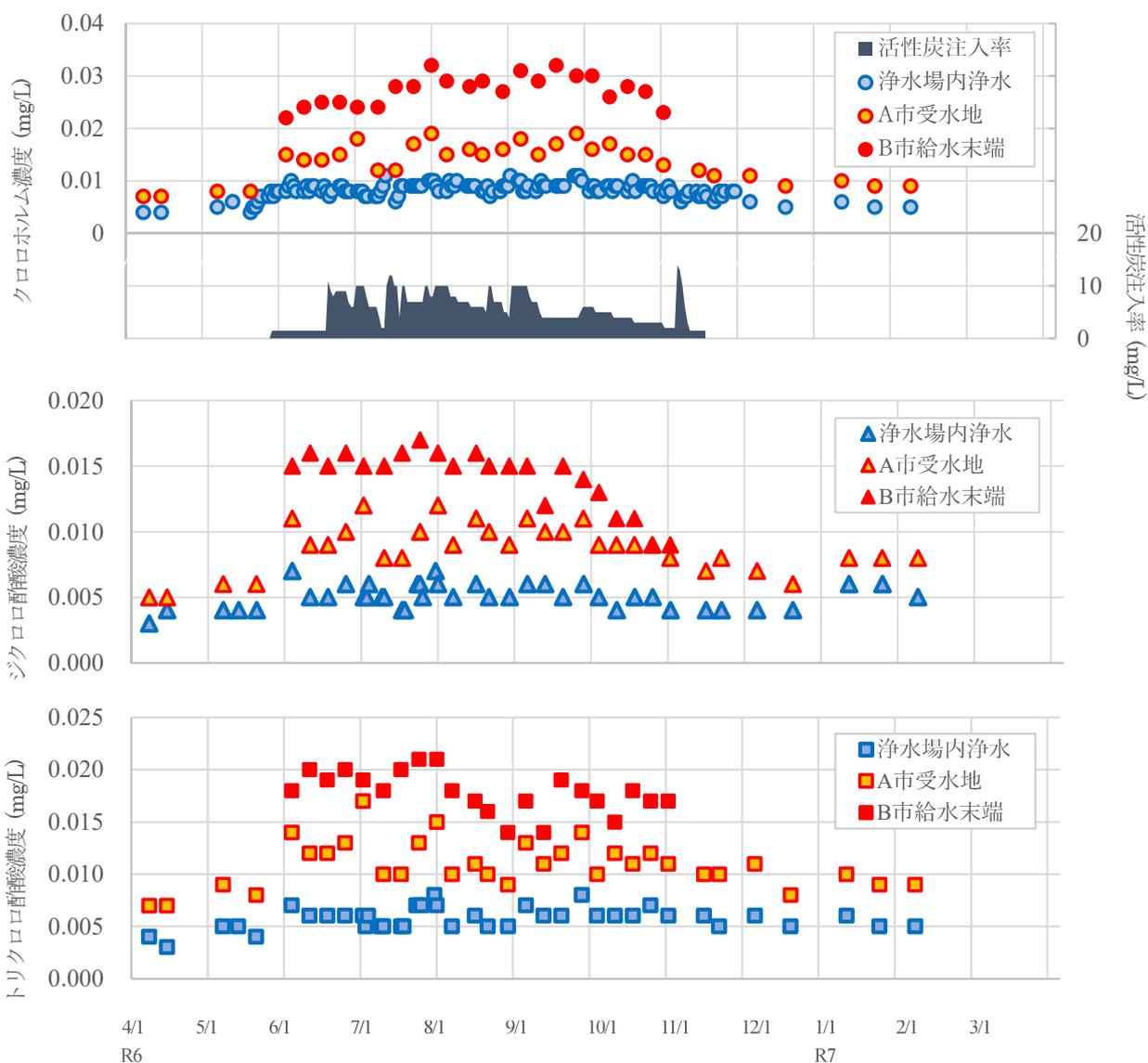


図2 各消毒副生成物濃度の推移

### 1-4 ラフィド藻発生状況について

今年度は、水源のダムにおいてラフィド藻の増殖はほとんど確認されず、取水塔付近(表層から取水口深度)で最大 32 細胞/mL(10/21)、原水では最大 4 細胞/mL(10/31)であった。また、原水のハロ酢酸生成能比(TCAA/DCAA)を確認したところ、最大でも2.3(通常2程度)であり、通常時と大きな差は見られなかった。

## 2-1 御所浄水場について

御所浄水場は吉野川を水源とし、取水口の上流には大迫・大滝・津風呂ダムがある。このうち大迫・大滝ダムは、流域のほとんどが山林で占められることから水質は清澄である。このため吉野川の水質は水道原水として良好であり、消毒副生成物による問題はないと言える。降雨の少ない時期にかび臭（主に2-MIB）を生じるが、粉末活性炭により対応している。図3に、御所浄水場の処理フローを示す。

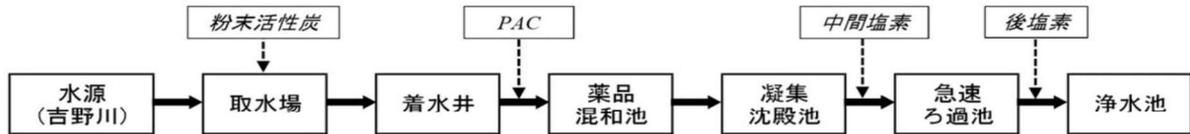


図3 御所浄水場の処理フロー

## 2-2 御所浄水場における臭素化トリハロメタン(THM)について

吉野川の取水口で採取した原水において、時折臭化物イオン（Br<sup>-</sup>）の増大が見られ、また、御所浄水場から送水しているC市受水地においてブロモホルムが検出された。そこで、原水のBr<sup>-</sup>の変動とC市受水地の臭素化THMの相関について調査した。

原水のBr<sup>-</sup>濃度とC市受水地における臭素化THM濃度の相関を図4に示す。原水のBr<sup>-</sup>濃度は1年を通しておおむね0.01未満～0.02mg/Lであるが、令和6年度は0.03～0.05mg/Lまで上昇した回数が4回あった。0.03mg/Lは5/27、8/19、8/26の3回で、0.05mg/Lは10/1の1回である。

原水のBr<sup>-</sup>濃度が0.03～0.05mg/Lまで上昇した約1週間後に、C市受水地の臭素化THM濃度が上昇する傾向が見られた。

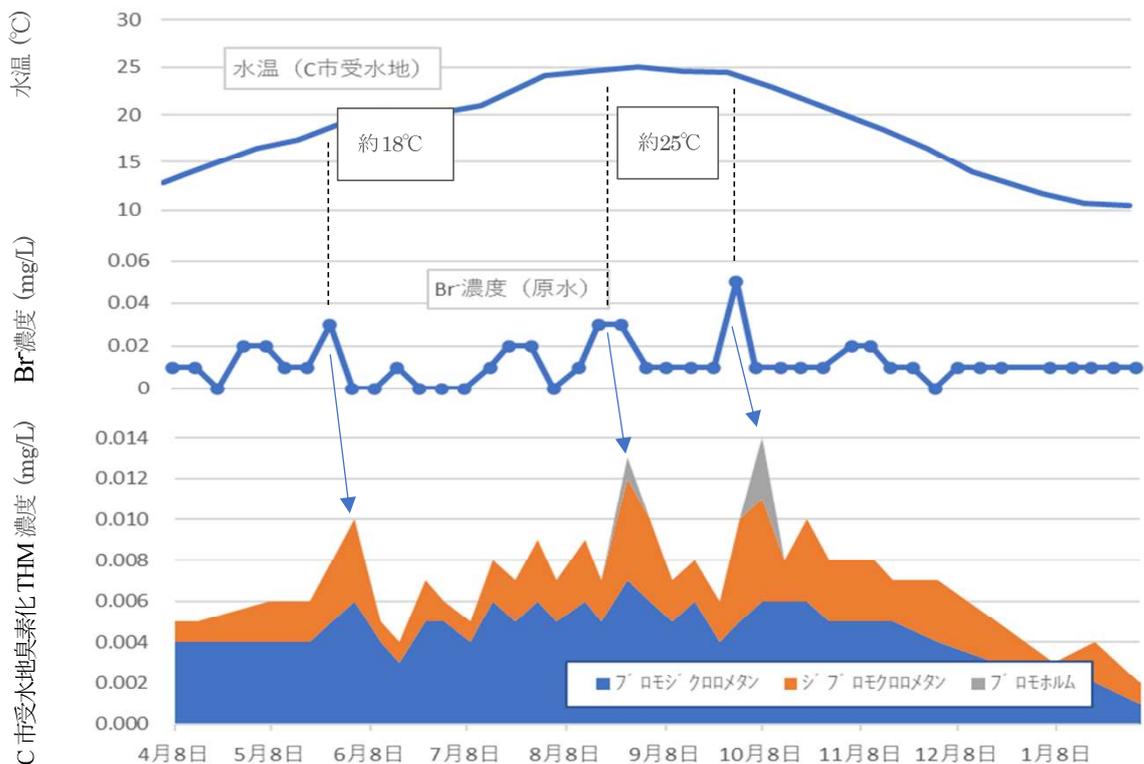


図4 原水Br濃度と臭素化THM濃度の相関

臭素化 THM のうち、ブロモジクロロメタンとジブロモクロロメタンは期間を通して検出され、Br 濃度の変動に応じて増減した。

ブロモホルムは 8 月と 10 月の 2 回だけ検出された。5 月にも Br 濃度が 0.03mg/と比較的高い値になったが、この時はブロモホルムは検出されなかった。THM 前駆物質量の目安として、C 市受水地における TOC を確認したところ、期間を通して 0.3~0.5mg/L と低い値で推移しており、TOC とブロモホルム生成に相関は見られなかった。

水温を確認すると、5 月は約 18°C で、8 月と 10 月は約 25°C と、約 7°C の水温差であった。THM の生成は温度依存性が比較的高いことから、ブロモホルムの生成には、ある一定以上の Br 濃度及び水温が必要である可能性が示唆された。

原水の Br と塩化物イオン (Cl) 濃度との相関を調べたところ、相関係数  $R=0.63$  で、やや相関ありとの結果であった (図 5)。海水の影響を受けない本県では、臭化物イオンと塩化物イオンの変動は主に人為的な活動によるものと考えられる。

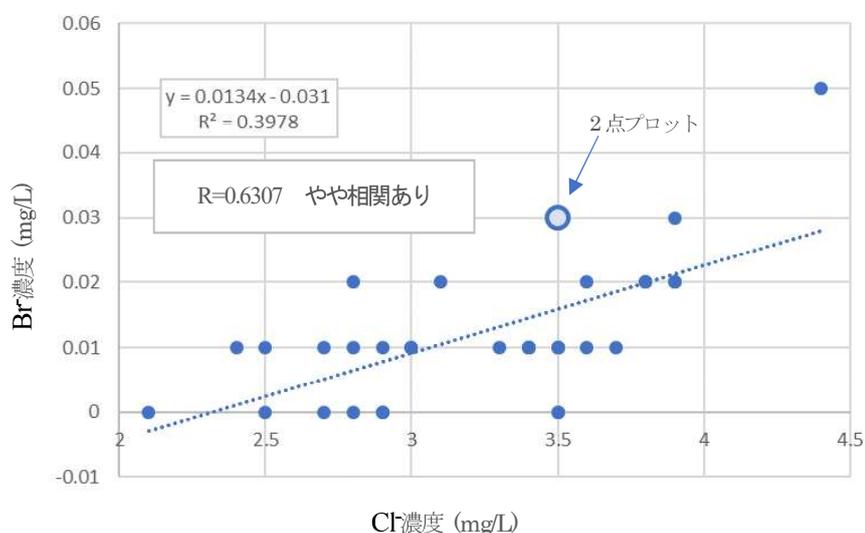


図 5 原水 Br 濃度と Cl 濃度の相関

## 吉野川のかび臭状況

### 【概要】

令和6年度の吉野川（下淵頭首工）2-MIB濃度は、前半には梅雨前線や台風10号などに伴う複数回の出水の影響もあり、一時期を除き概ね10ng/L以下で推移しました。後半は12月頃から上昇を始め、2月19日に年度最高値46ng/Lを記録するなど、1月中旬から20ng/Lを超える高い状況が続きました。

かび臭対策として、奈良県水道局管理目標値（浄水2-MIB=3ng/L、同ジェオスミン=5ng/L）を超えないように粉末活性炭処理を行いました。年間注入日数は324日（年間日数の約89%）、注入期間中の平均注入率は9.1mg/L、最高注入率は23mg/Lでした。

### 1. 下淵頭首工地点のかび臭と流況

下淵頭首工地点における平成19～令和6年度の2-MIB濃度を図1に、令和6年度の下淵頭首工流入量と2-MIB濃度を図2に示します。

4月から5月の2-MIBは、4月初旬から徐々に上昇して5月初旬に11ng/Lとなったのち、高くても9ng/Lまでで推移しました。6月中旬と7月上旬の梅雨前線の影響に伴う出水で7月1日を除き1ng/L未満まで低下しました。その後、8月下旬に数回10ng/Lを超えた以外は7月中旬から8月下旬まで概ね7ng/L程度で大きな変化がない時期が続きました。9月は台風10号に伴う大きな出水があったため、一旦1ng/L未満まで低下したもののすぐに上昇に転じ、9月下旬には10ng/Lを超えました。

10月以降は流入量が安定していましたが、10月初旬に2-MIBが低下し始め、11月までは6ng/Lまでで推移しました。12月以降から2月中旬まで2-MIBはほぼ単調に上昇を続け、2月19日には年度最高値の46ng/Lを記録しました。その後上昇と低下を繰り返して20ng/Lを超える日が3月下旬まで続きました。

下淵頭首工地点における平成19～令和6年度の2-MIB濃度の月別及び年度最高値を表1に示します。令和6年度は近年と異なる傾向を示し、12月以降に上昇した2-MIBが2月下旬ごろに低下せず3月下旬まで20ng/Lを超える時期が続きました。年度最高値の46ng/Lは直近10年間で最も高い値でした。

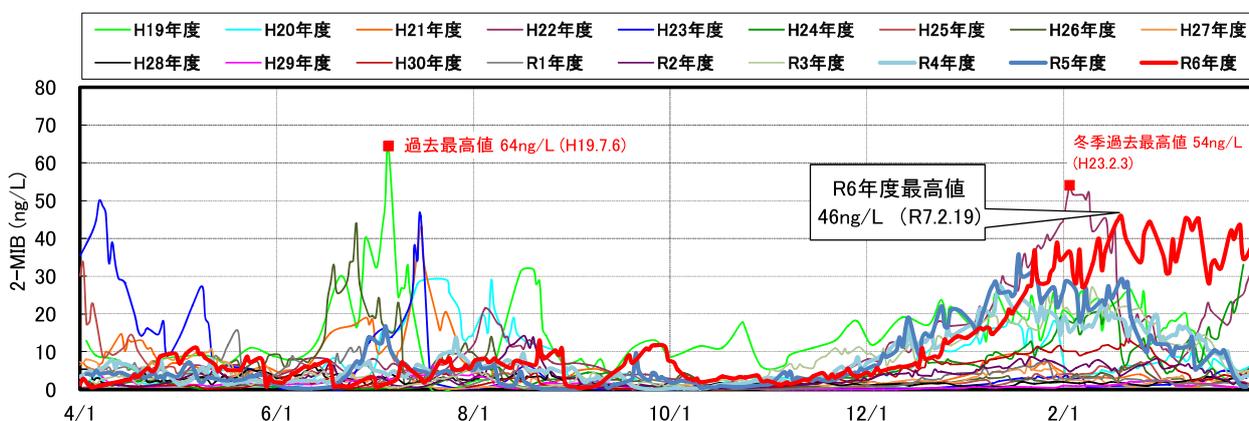


図1. 下淵頭首工地点の2-MIB濃度

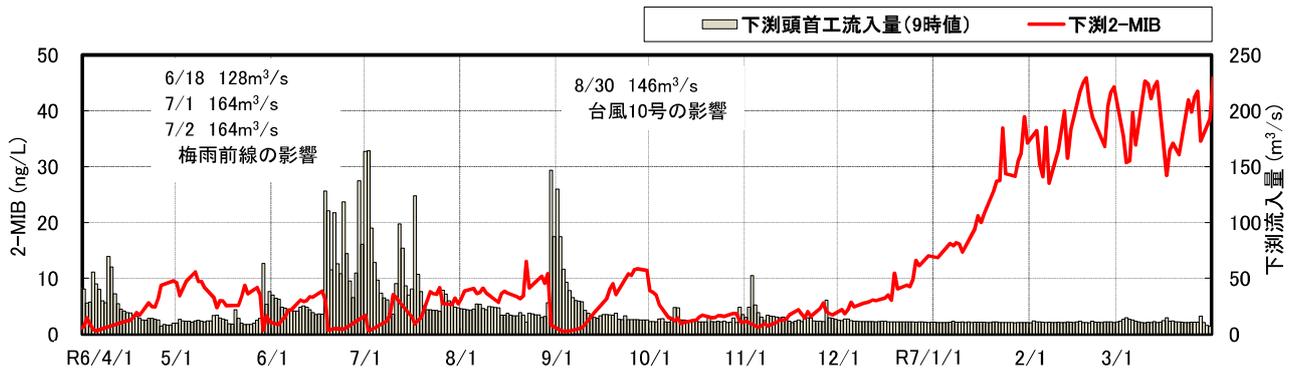


図2. 下流域頭首工流入量と2-MIB濃度

表1. 下流域頭首工地点2-MIB濃度の月別及び年度最高値

年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	最高値	月日
H19	13	11	40	64	32	13	18	18	24	25	26	20	64	7/6
H20	3	5	8	29	29	4	3	4	12	18	7	10	29	7/24
H21	15	6	19	43	7	5	1	<1	2	9	5	2	43	7/16
H22	3	6	8	9	21	7	4	5	18	44	54	32	54	2/3
H23	50	27	12	46	6	<1	<1	<1	<1	3	4	5	50	4/7
H24	2	1	<1	3	6	4	<1	3	8	19	25	33	33	3/28
H25	34	4	6	8	7	3	<1	1	2	4	7	2	34	4/2
H26	4	9	44	24	14	3	4	2	2	4	7	7	44	6/26
H27	9	11	4	2	3	<1	1	2	3	7	3	5	11	5/12
H28	5	5	6	4	5	1	2	3	2	2	2	4	6	6/13
H29	4	1	3	6	4	2	<1	<1	<1	<1	2	2	6	7/20
H30	2	2	3	6	4	<1	<1	3	8	12	14	9	14	2/21
R1	7	16	11	5	7	5	3	<1	4	7	4	3	16	5/20
R2	2	6	7	3	14	3	2	2	5	9	8	8	14	8/17
R3	4	7	5	5	5	5	3	11	14	25	27	17	27	2/10
R4	8	8	7	14	9	6	2	9	18	28	22	20	28	1/12
R5	5	7	14	17	7	10	2	6	22	36	29	14	36	1/18
R6	10	11	8	8	13	12	8	6	14	39	46	45	46	2/19

:3-10ng/L未満
  :10-20ng/L未満
  :20ng/L以上

## 2. 粉末活性炭処理状況

粉末活性炭処理状況を表2に示します（平成25年度以降は下市取水場の恒久設備で粉末活性炭を注入する運用を基本としています）。令和6年度の活性炭処理日数は324日で、注入期間中の平均注入率は9.1mg/L、年間最高注入率は23mg/Lでした。

表2. 御所浄水場および下市取水場における粉末活性炭処理状況

年度	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6
処理日数(*)	89	329	340	228	222	222	125	178	197	215	181	167	67	180	239	210	304	300	312	324
平均注入率 (mg/L)	御所浄水場	11	12	13	11	8.7	7.8	9.0	7.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	下市取水場	-	6.6	8.9	6.1	7.0	7.1	5.6	5.3	4.5	3.4	2.7	3.0	3.0	5.6	4.0	3.6	5.8	5.5	6.3

\* 御所浄水場・下市取水場のどちらかまたは両方で活性炭処理した日を1日として計算。

粉末活性炭注入率と原水・浄水の2-MIB濃度の推移を図3に示します。原水・浄水のかび臭濃度や流入量などから粉末活性炭注入率を決定し、下市取水場で正確な注入を行うことにより、浄水2-MIB濃度の管理目標値(3ng/L)で適切に管理できていました。



図 3. 粉末活性炭注入率と 2-MIB 濃度

### 3. 上流の状況

これまで上流域では南国栖付近での 2-MIB の発生が顕著であり、平成 19 年 7 月 5 日には 2-MIB が過去最高値の 73ng/L となりました。南国栖地点の 2-MIB 濃度を図 4 に示します。

令和 6 年度は 8 月 22 日の 13ng/L が年度最高値であり、それ以外の観測日において 10ng/L を超えることはありませんでした。

南国栖と下流のほぼ中間に位置する檜井地点の 2-MIB 濃度を図 5 に示します。ここでは、吉野川でかび臭が発生した直後の平成 19～21 年度には夏季に 40ng/L 以上(最高 170ng/L:平成 19 年 7 月 5 日)の高濃度を検出しましたが、この時の冬季には高濃度では検出されませんでした。令和 6 年度の年度最高値は 2 月 20 日の 4ng/L であり、前年の令和 5 年度と同様に 2-MIB は年間を通して低い水準で推移しました。

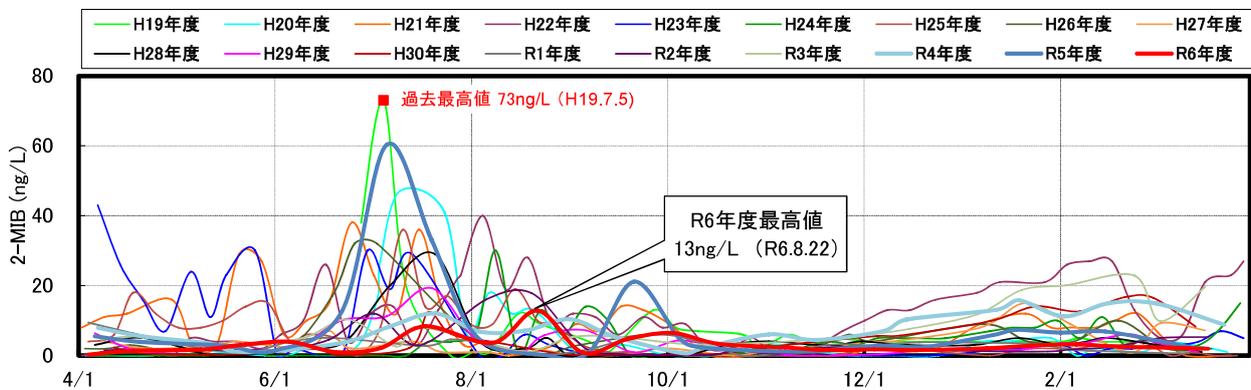


図 4. 南国栖地点の 2-MIB 濃度

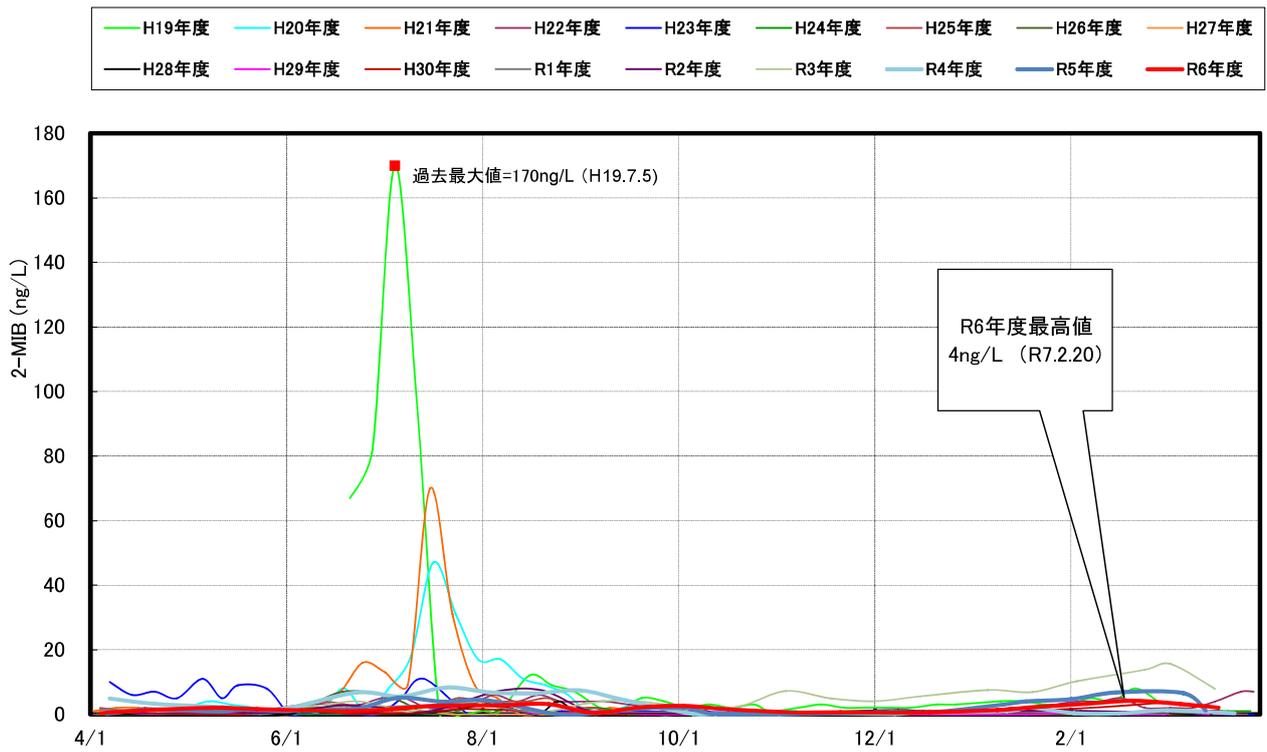


図 5. 樽井地点の 2-MIB 濃度