

室生ダム取水塔における水質

【概要】

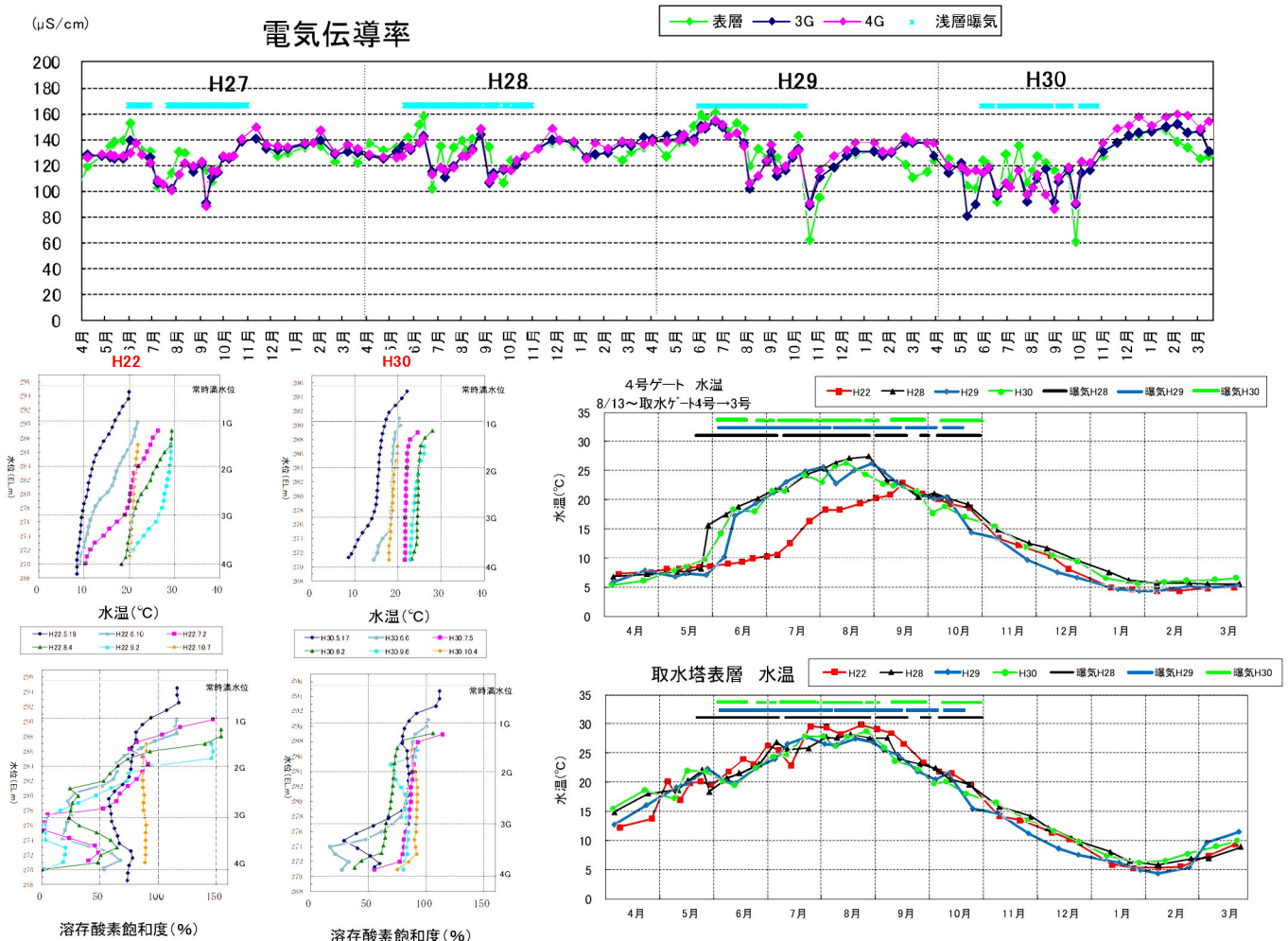
平成30年度は、例年と比べ4～5月頃から降雨が多く、8月を除いて9月頃まで台風や低気圧に伴う出水の影響もあり、濁度が高く、特に4号ゲート付近において高い状態が続いたため、桜井浄水場原水水質の改善のため、8月13日より取水ゲートを4号ゲートから3号ゲートに切り替えました。一方、10月以降は、降雨が少ないという傾向がありました。今年度は、ミクロキステイスのアオコの発生やラフィド藻の増殖、またかび臭の発生は、特になく、1月半ば頃から年度末にかけてペリディニウムの淡水赤潮がみられましたが、浄水処理への影響はありませんでした。

1. 室生ダム取水塔付近の水質

1) 水況及び水温

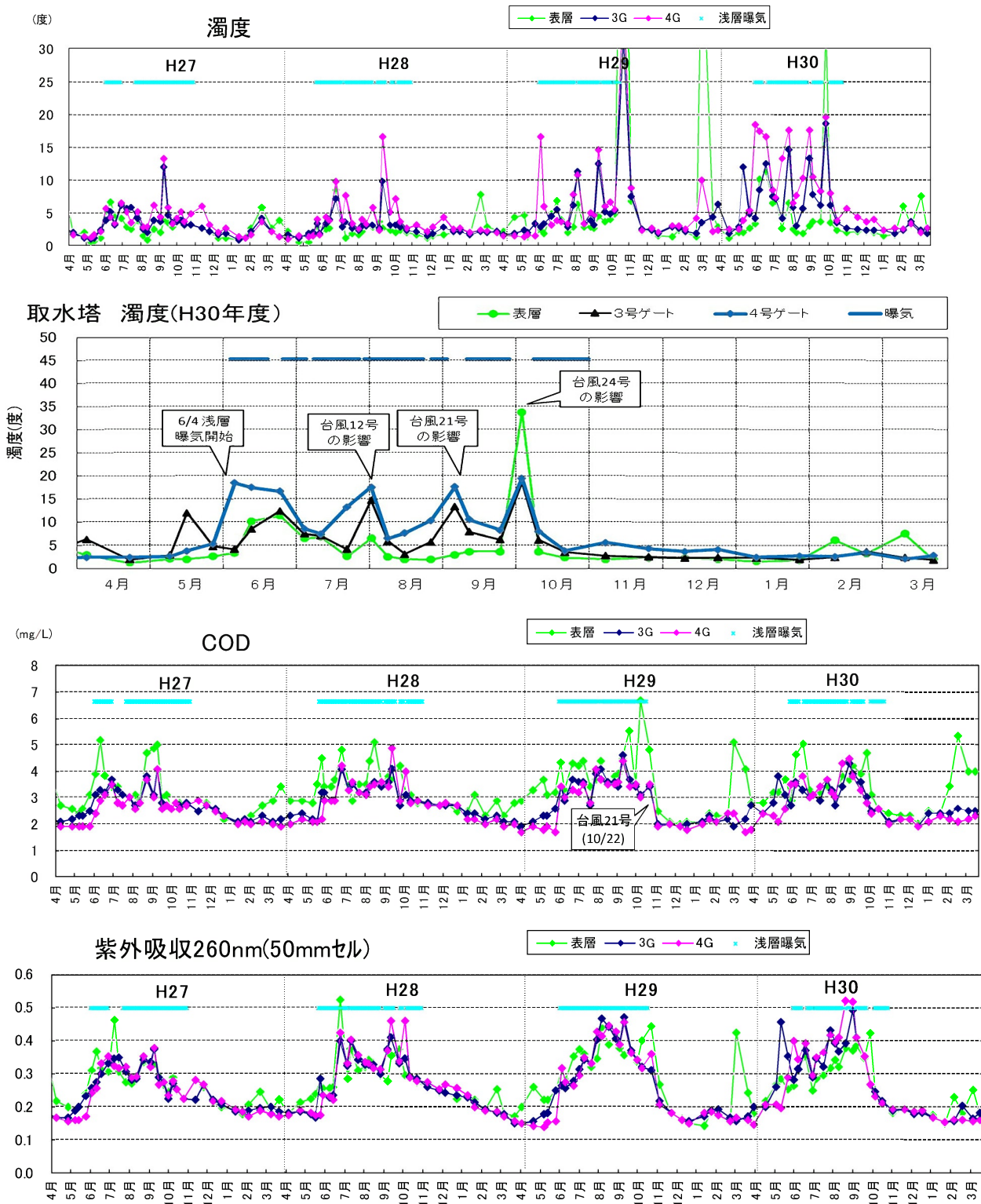
平成30年度は、年度の前半は、平年より降水量が多く、後半は少なく、電気伝導率の推移からも傾向がみてとれます。アオコ抑制対策として6月4日から浅層曝気装置の運転を開始しました。以後、台風や低気圧の影響で停止した期間がありますが、11月1日まで稼働しました。

曝気開始前の平成22年度と比べて浅層曝気による水循環効果で、夏季の表層水温の上昇が抑えられています。水温は垂直方向での差がなくなっており、溶存酸素飽和度についてもその効果が現れています。一方、4号ゲートの水温や紫外吸収は曝気開始に伴い上昇しています。例年に比べ4～5月に雨が多かった影響で、曝気開始前の5月半ば頃に水深4m～3号ゲート付近まで、水温差が小さく混合されていました。



2) 濁度と COD と紫外吸収

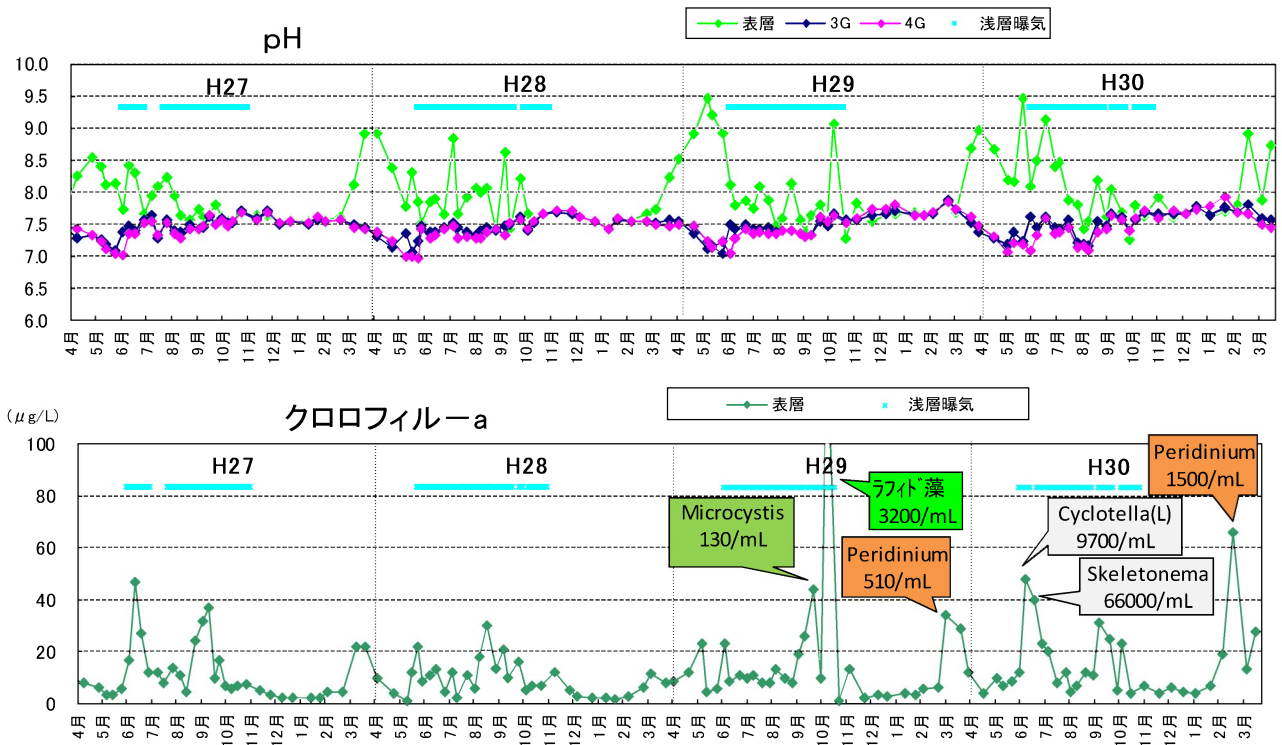
例年に比べ4~5月頃から降雨が多く、4号ゲート付近の濁度は6月4日からの浅層曝気の影響もあり上昇しました。6月以降も梅雨前線の影響や台風12号、21号、24号等に伴う降雨による出水の影響で濁度、COD、紫外吸収値が上昇しました。



3) pH、クロロフィル-a

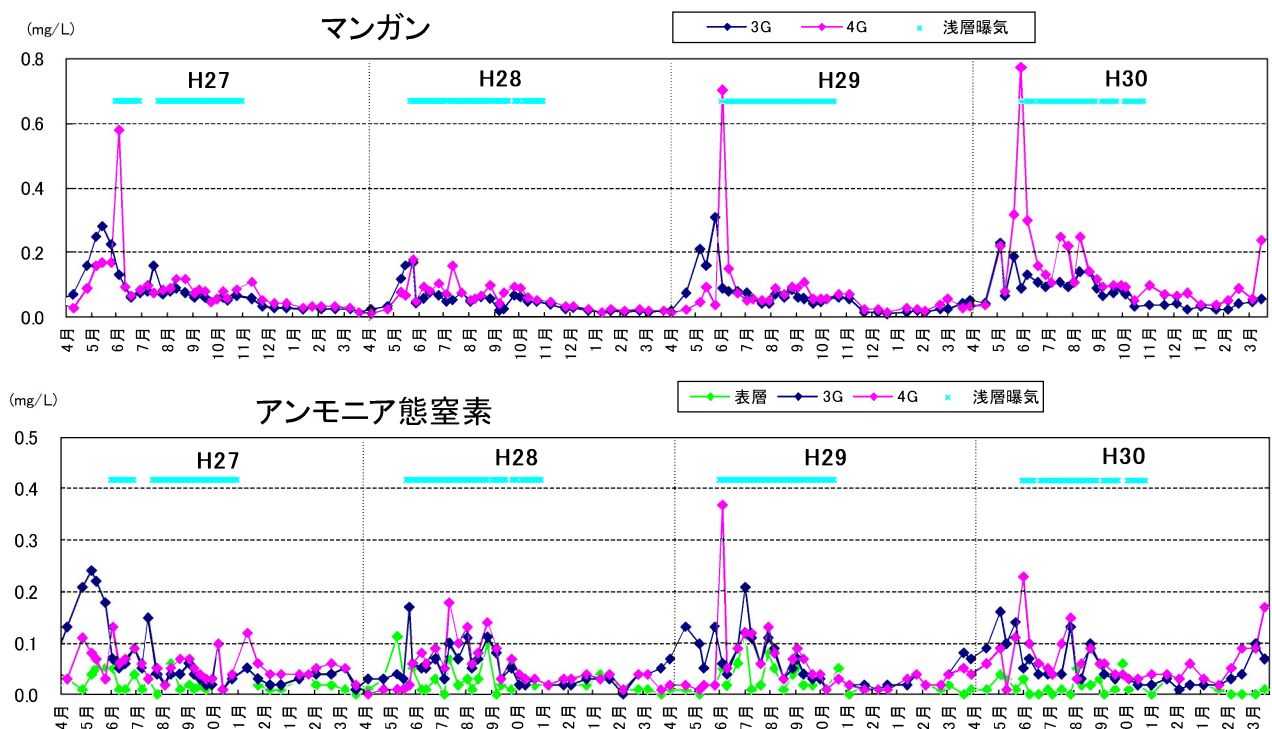
表層のpHは、5月28日にCoelastrum(3400 群体/mL)の増殖時に9.5まで上昇していましたが、浅層曝気開始後、一時低下傾向にありました。しかし6月半ば頃の珪藻類 Cyclotella 等の増殖時や出水に

より 6 月 20 日曝気を停止した後の Skeletonema 等の増殖時に 8.5 以上まで上昇しました。その後、曝気再開や台風等の出水の影響により pH は低下していきました。2 月末頃には、Peridinium の増殖により表層 pH は 8.9 まで上昇しました。クロロフィル-a については、Cyclotella, Skeletonema や Peridinium 増殖時に高くなっています。



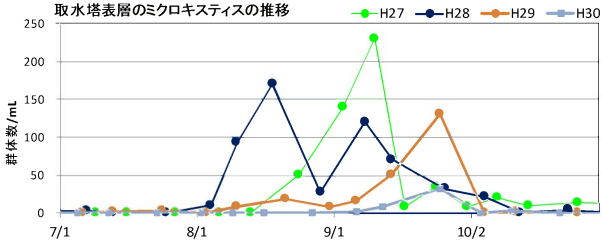
4) マンガンとアンモニア態窒素

浅層曝気装置稼働以前は 9 月頃まで水温躍層ができ下層で嫌気状態が進み底質からマンガンやアンモニアが溶出していると考えられていました。曝気装置稼働後、降雨に伴う出水の影響もあり、4 号ゲート付近で一時的にマンガンやアンモニア態窒素の濃度が高くなりました。その後は台風等による出水時にやや上昇がみられましたが、大きなピークは、ほぼみられず安定していました。



2. 取水塔表層のマイクロシスティスの発生状況

平成30年度は、9月25日の32群体/mLが最大で、アオコの発生はみられませんでしたが、マイクロシスティン-LRは最大時で、0.0001mg/L未満と低いレベルでした。



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
H30													1	2	8						
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
H26										1	1						1	1			
H25										1	73	4	4	10	150						
H24													13	21	10						
H23								1	2	5	22	38			10			6	4		
H22								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	2300	960	170	360	290
H17										2	6	1	74	280	650	190	1100	210	110	58	69
H16										2	2	6	240	170	1400	50	17000	290	850	400	580
H15												6	64	68	51	2400	720	6700	400	230	43
H14												5	8	170	240	88	120	4500	52	49	66
H13												2	12	2	18	8	10	6	8	34	12
H12																1000	640	1100	580	79	100
H11												8	12	16							2
H10												2	14		16	60			18	6	2
H9												6	1	4	6	3	12	2	23	25	7
H8													13	160	13	1400	19	13	13	6	6
H7													13	210	13					38	25
H6													12	12	12	62	100	93	87	140	180
H5													12	25	75	62			750	700	200
H4																12	37	50		37	37
H3													12	62	12	190	50	50	37	50	
H2													12	12	6500	6800	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

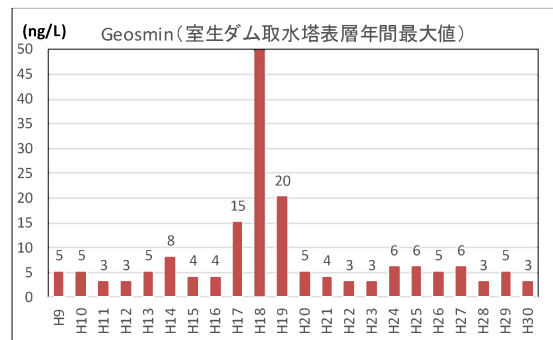
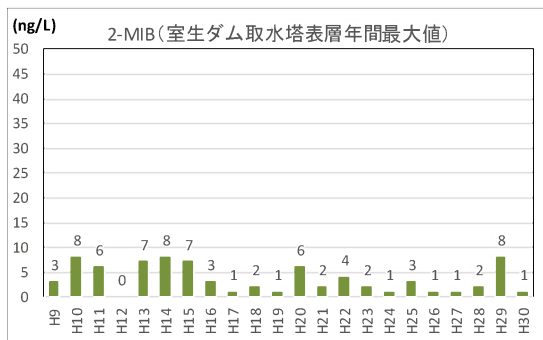
3. かび臭状況

2-MIBは、昨年度は、8ng/L検出されたのですが、今年度の年間最大値は、1ng/Lで、Geosminについても、年間最大値が、3ng/Lといずれも低い値でした。

アナベナの発生も多くありませんでした。

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
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						

■ :5-9糸状体/ml ■ :10-49糸状体/ml ■ :50糸状体/ml 以上

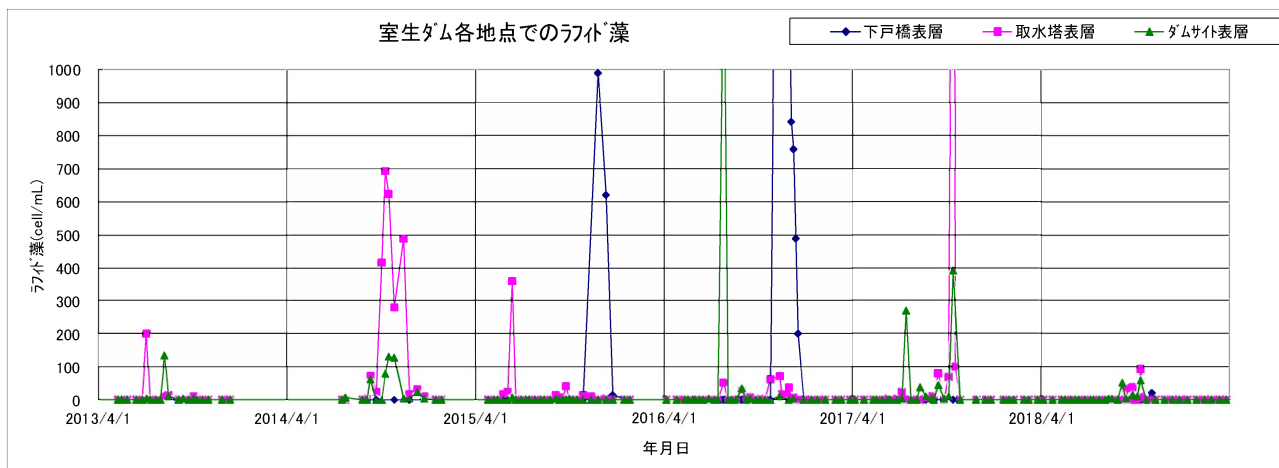


4. ラフィド藻

今年度は、10月11日に取水塔表層で94細胞/mL検出されたのが最大で、原水の最大は、7細胞/mLで、ダム上流部の下戸橋での発生もほとんどなく、浄水処理への影響はありませんでした。

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
H30														36	40	1	94		2					
H29		2		5	2	3	24	1	2	2	9		81		70	3200								1
H28				1	2	52		1	27		1		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	
H25							200				10	13				12	1						2	
H24													170	3	270	370	82	28		74	3			

■ :10-99糸状体/ml ■ :100-499糸状体/ml ■ :500糸状体/ml 以上



5. ペリディニウムの赤潮について

1月16日に、ダム上流部、天満川流入部で鞭毛藻類 *Peridinium* による淡水赤潮が発生しました。2月25日に取水塔表層で最大 1500 細胞/mL 検出されましたが、下層の取水している3号ゲート付近では少なく浄水処理への影響は特にありませんでした。原水の最大は、1月28日の 44 細胞/mL でした。

消毒副生成物の実態調査

1. 奈良県水道局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ます。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・トリクロロ酢酸が水質基準値の 70% 値を超過することのないよう、送水過程における消毒副生成物増加量を予測するとともに浄水場出口に設定した管理目標値以下に制御することで水質管理を行うものです。なお、通常時はクロロホルムとジクロロ酢酸・トリクロロ酢酸の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、得られた値の中で最も厳しい値(0.011mg/L)を、浄水クロロホルム濃度の管理目標値とし、それ以下で制御することで、消毒副生成物を一括管理しています。しかし、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(=トリクロロ酢酸生成能/ジクロロ酢酸生成能)(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、個別の管理目標値(0.006mg/L)を設定しています。

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ます。消毒副生成物の低減対策として、粉末活性炭を原水池前(接合井)で注入し、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ます。

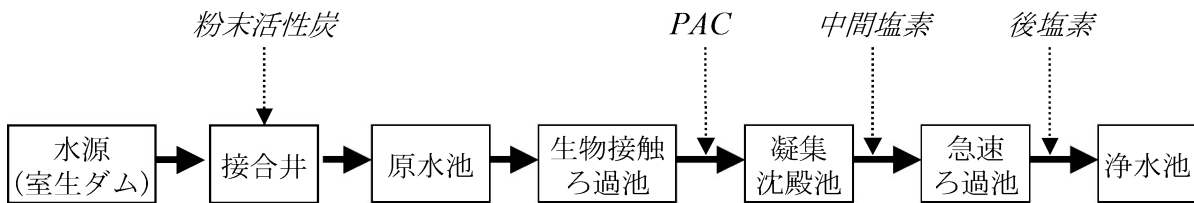


図 1. 桜井浄水場の処理フロー

2. 消毒副生成物の水質管理状況

水源の室生ダムでは、浅層曝気による湖水循環(6/4~10/31、アオコ抑制対策として)が実施され、この影響で6月初旬から浄水水温が上昇し、消毒副生成物生成促進の要因となっています。また6月下旬から10月中旬にかけて、降雨による濁水が室生ダムに流入し、原水中の消毒副生成物前駆物質の量が大きく増減するため、それに応じて粉末活性炭注入率を適宜変更しています。平成 30 年度は、期間を通じて給水末端における消毒副生成物濃度を、水質基準値の 70% 以内に維持することができました。以下、各項目の管理状況について述べます。

2.1 クロロホルム

平成 30 年度の桜井浄水場内浄水、受水地及び給水末端のクロロホルム濃度及び粉末活性炭注入率の推移を図 2. に示します。

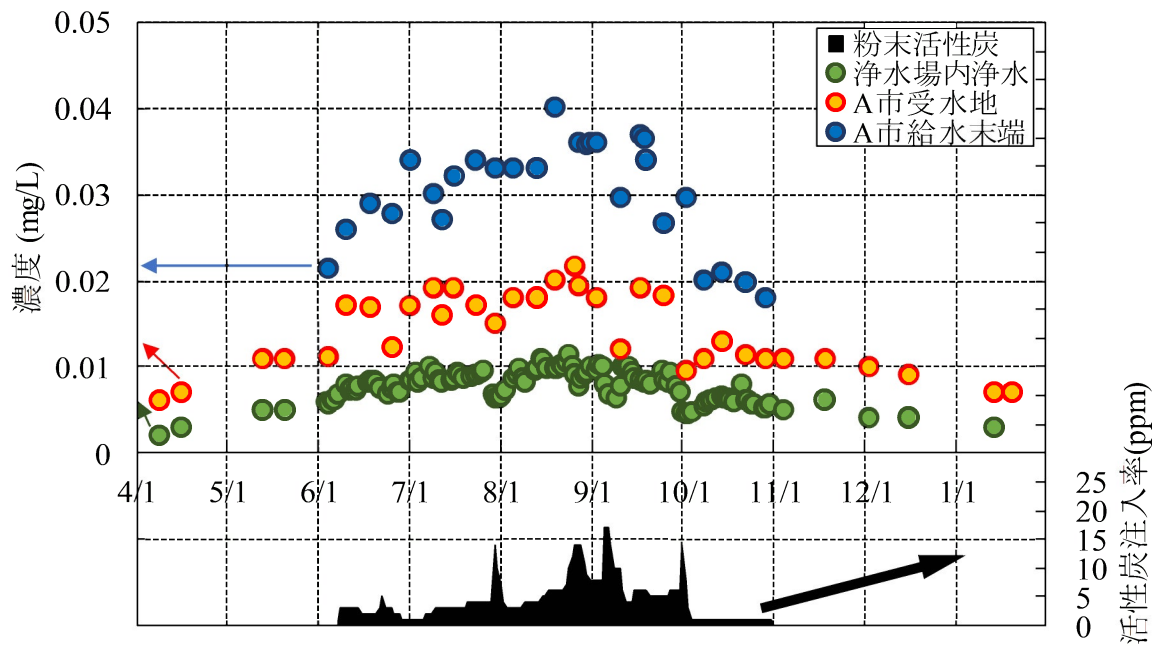


図2. 浄水場内浄水等のクロロホルム濃度及び粉末活性炭注入率の推移(H30年度)

A市受水地のクロロホルム濃度は浄水の約2倍弱、A市給水末端では約3倍強に増加しています。特に、8月頃にA市給水過程での増加率が大きくなっています。最大で0.040mg/L(8/20)を検出しましたが、水質基準値の70%以内であり、給水末端の目標値を超えない範囲で管理できました。

2.2 ジクロロ酢酸

桜井浄水場内浄水、A市受水地及び給水末端におけるジクロロ酢酸濃度の推移を図3.に示します。

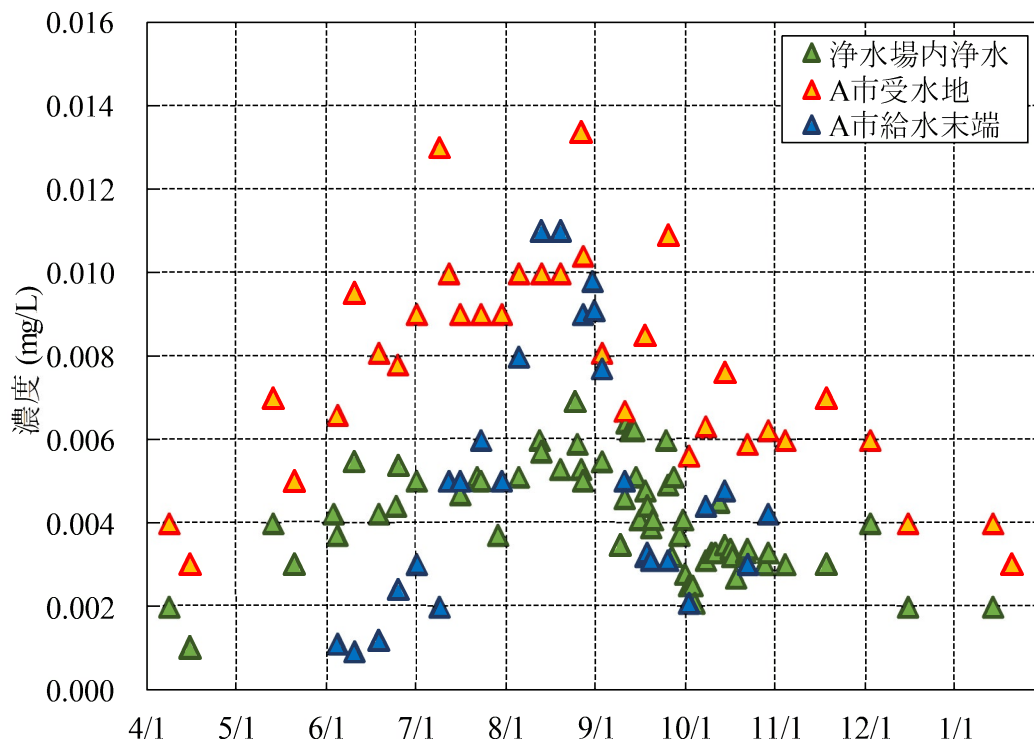


図3. 浄水場内浄水等のジクロロ酢酸濃度の推移(H30年度)

ジクロロ酢酸の最大は受水地で0.013mg/L(7/10、8/28)、給水末端で0.011mg/L(8/14、8/20)でした。平成30年度は、A市受水地よりもA市給水末端の方がジクロロ酢酸濃度の低いことが多くありました。これはA市給水末端において遊離残塩濃度が低下すると、ジクロロ酢酸濃度も低下する傾向があり、平成30年度は、遊離残塩濃度が0.2~0.3mg/L程度と例年より低かったため、このような結果になったと考えられます。

ジクロロ酢酸とクロロホルムの相関を図4.に示します。浄水、A市受水地において、ジクロロ酢酸はクロロホルムとの相関が高いことが認められました。

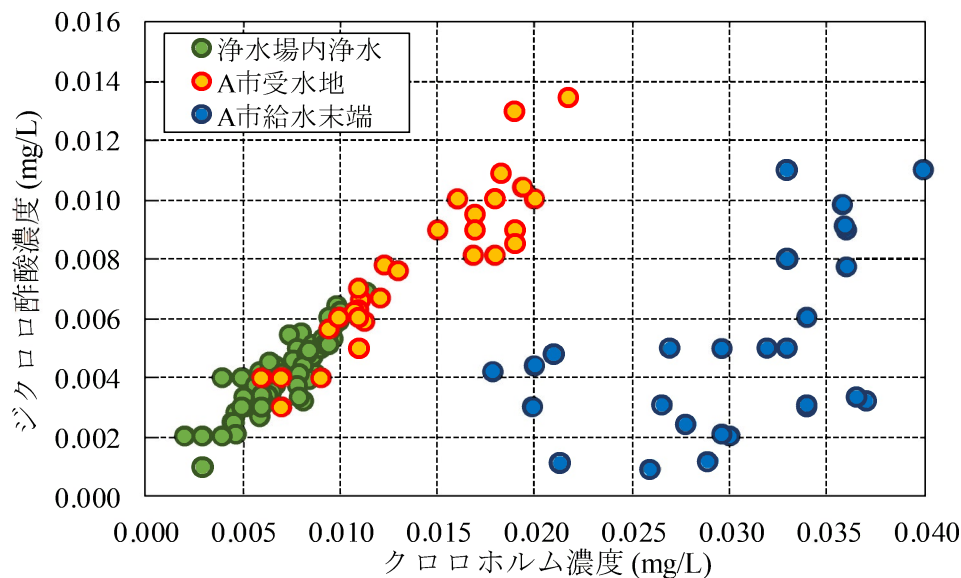


図4. ジクロロ酢酸とクロロホルムの相関

2.3 トリクロロ酢酸

桜井浄水場内浄水、A市受水地及び給水末端におけるトリクロロ酢酸濃度の推移を図5.に示します。

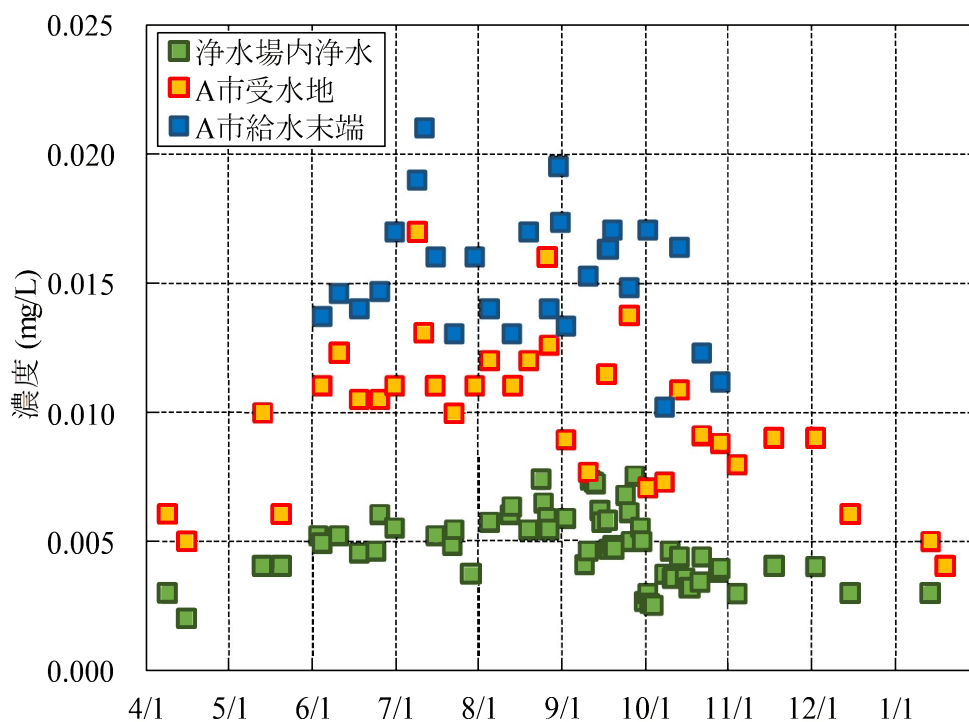


図5. 浄水場内浄水等のトリクロロ酢酸濃度の推移(H30年度)

トリクロロ酢酸の最大は、A市受水地で0.017mg/L(7/10)、A市給水末端で0.021mg/L(7/13)でした。

トリクロロ酢酸とクロロホルムの相関を図6に示します。A市給水末端で少しバラツキは見られるものの、クロロホルム濃度が高いとトリクロロ酢酸濃度も高くなるという傾向が確認されました。

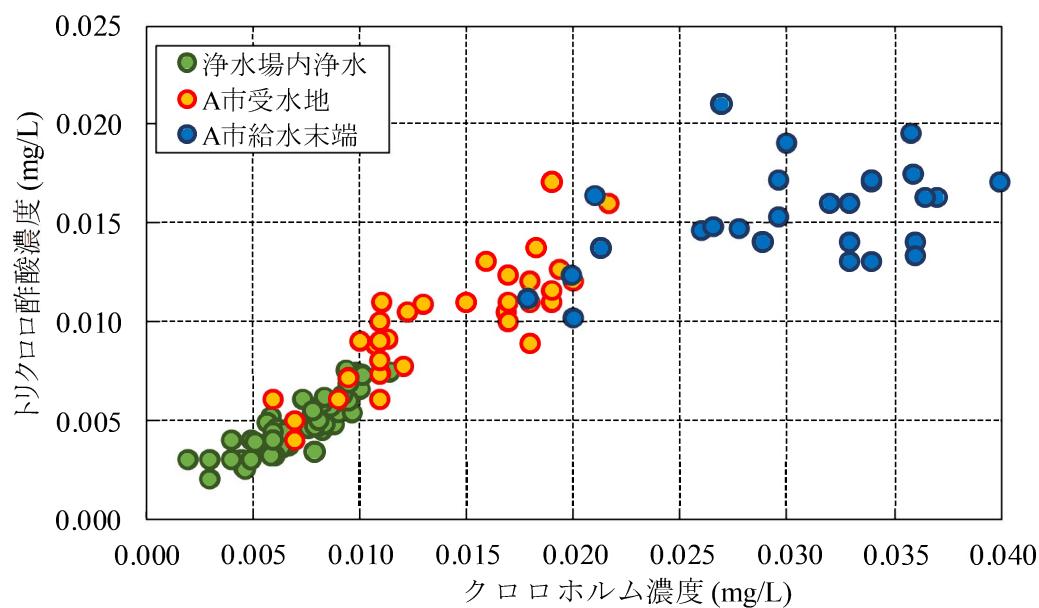


図6. トリクロロ酢酸とクロロホルムの相関

吉野川におけるかび臭発生状況

【概要】

平成 30 年度は、降水量が多く吉野川（下瀝頭首工）2-MIB 濃度は、台風に伴う出水の影響もあり 11 月末頃までは、7 月の 6ng/L が最大で比較的低い値で推移しました。しかし、11 月頃より徐々に上昇し始め、2 月に年間最大値 14ng/L を検出し、3 月に入り減少していきましたが、冬季にやや高い値となりました。

その影響で活性炭処理日数は、180 日間と前年度が少なかったため、比較すると大巾に増加しました。注入率は、平均 5.6mg/L（最高 12mg/L）と H25 年度に下市活性炭注入設備が稼働して以降では最も高い値でした。

1. 下瀝頭首工の状況

かび臭(2-MIB)発生状況と流況

下瀝頭首工地点における平成 18～30 年度のかび臭状況を図 1 に、また平成 30 年度の下瀝頭首工流入量とかび臭状況について図 2 に示します。

4 月以降、かび臭物質（2-MIB）の濃度は、2ng/L 以下の低い値で推移していましたが、5 月末に管理目標値の 3ng/L まで上昇しました。6 月は最大濃度 3ng/L で推移していましたが、21 日の梅雨前線に伴う降雨による出水後、1ng/L 未満の低い値となりました。7 月は、16 日頃より上昇しはじめ 24 日に最大 4ng/L となりましたが、29 日の台風 12 号による出水の影響で 1ng/L 未満に低下しました。8 月に入り徐々に濃度が上昇し、半ば頃に 3ng/L、21 日に最大 4ng/L になりましたが、24 日の台風 20 号による出水の影響で濃度は低下しました。以降も台風や降雨が続き、河川水量も多くかび臭濃度は 1ng/L 未満の低い値で推移しました。しかし、降雨が少ないこともあり 11 月に入り徐々に上昇しはじめ半ば頃に、3ng/L 近くになりました。上昇傾向は 2 月末頃まで続き、最大で 12 月は 8ng/L、1 月は 12ng/L、2 月は 14ng/L 検出されました。3 月 1 日以降は、降雨に伴う河川流量増加による希釈効果等によりかび臭濃度は低下し、半ば以降は 3～4ng/L で推移しました。

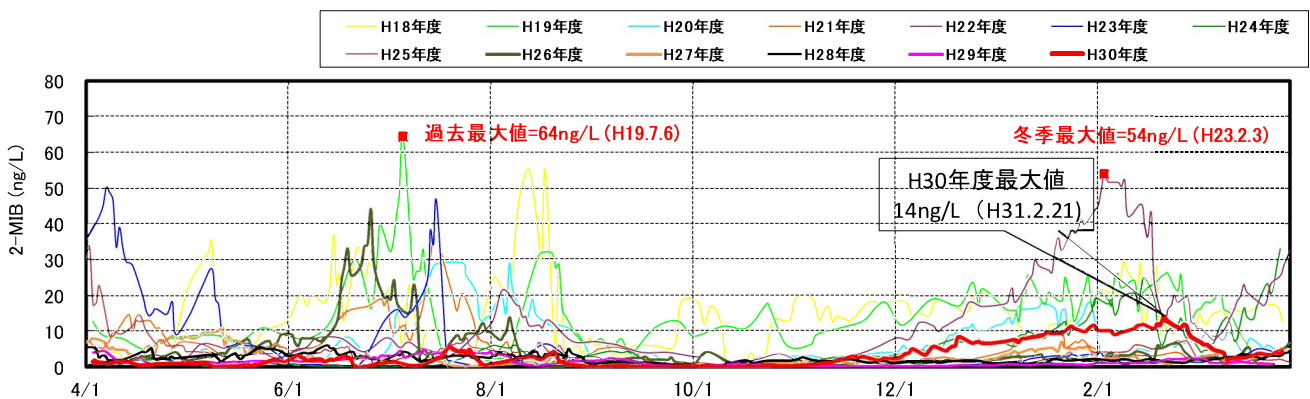


図 1. 下瀝頭首工地点の 2-MIB 濃度

下瀾頭首工地点の2-MIB濃度年度最大値(朝昼測定時は、高い方の値)

年度/月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	最大値	月日
H17	<1	1	1	2	3	2	2	4	7	10	7	5	10	1/31
H18	5	35	37	23	55	18	18	19	20	15	29	17	55	8/18
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

: 3-10ng/L
 : 10-20ng/L
 : 20ng/L 以上

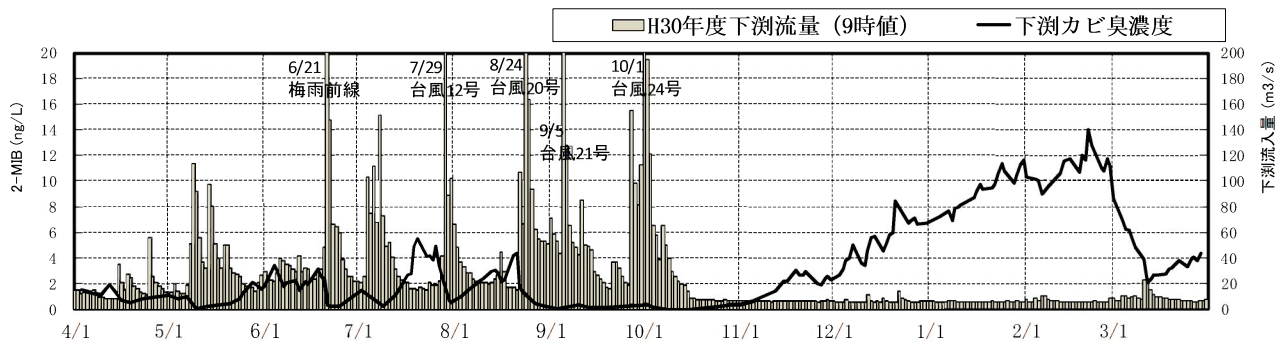


図2. 下瀾頭首工流入量と2-MIB濃度

2. 粉末活性炭処理状況

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を表1に示します。

平成30年度の活性炭処理日数は180日で、注入期間中の平均注入率は5.6mg/L、年間最高注入率は12mg/Lでした。

表1. 御所浄水場および下市取水場における活性炭処理状況

年度	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
処理日数	89	329	340	228	222	222	125	178	197	215	181	167	67	180
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

* 処理日数は、御所浄水場内と下市取水場の重複処理日を1日として計算。

かび臭の粉末活性炭による処理は、図3に示すように適切に管理されていました。毎日の原水、浄水のかび臭測定による注入率の設定と下市取水場での恒久設備の完成によって、正確な活性炭注入を行うことができるようになったことから3ng/Lという低い管理目標値でも適切に処理が行えるようになっていきます。

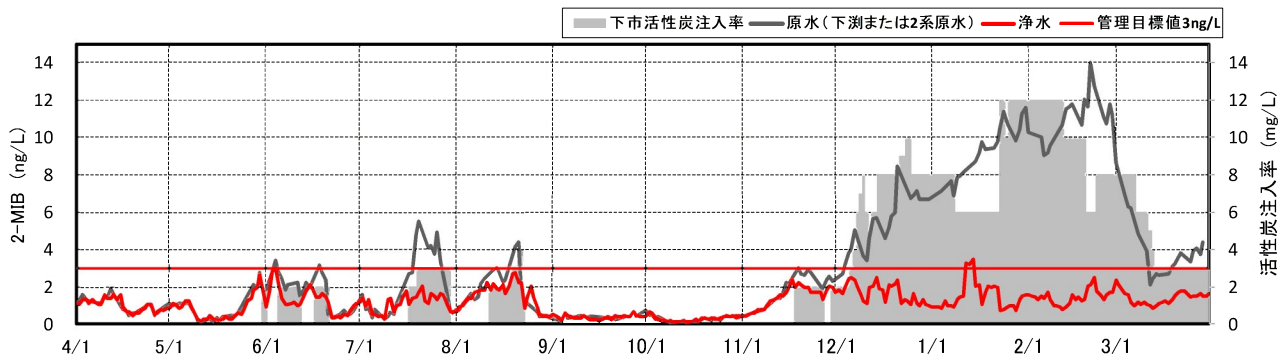


図 3. 2-MIB 濃度と活性炭注入率

3. 上流の状況

これまで上流域では南国栖付近での発生が顕著であり、平成 19 年 7 月 5 日には過去最大値の 73ng/L となりました。同地点のかび臭状況を図 4 に示します。

平成 30 年度の夏期のかび臭濃度は、7 月 12 日に最大 12ng/L 検出されましたが、以降は低下し発生は少ない状況でした。冬期は 2 月末頃まで上昇傾向が続き最大値は、17ng/L(2/21)でした。

南国栖と下淵のほぼ中間に位置する檜井地点のかび臭状況を図 5 に示します。当該地点では、吉野川でのかび臭発生直後の平成 19～21 年度には、夏期に 50ng/L 以上(最大 170ng/L:H19/7/5)の高い濃度を検出しましたが、この時は冬期には高濃度では検出しませんでした。なお、平成 24 年度以降は常時 10ng/L 以下となり高い濃度を検出していません。平成 30 年度は、最大 4ng/L(3/1)でした。

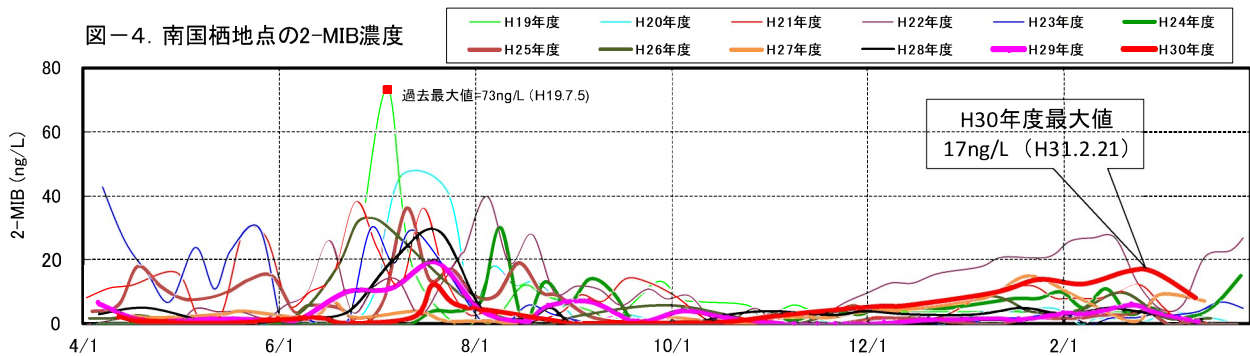


図 4. 南国栖地点の 2-MIB 濃度

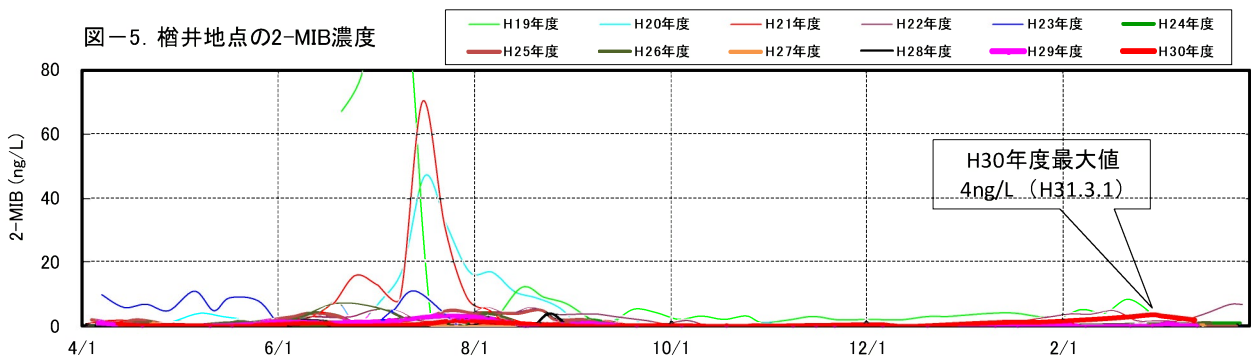


図 5. 檜井地点の 2-MIB 濃度