

## 1. 地表水の浄水処理における濁度管理等の実態把握調査

### 1.1 調査目的

地表水の浄水処理における濁度管理や濁度計測の実態把握及び課題の抽出を行うために実施した。

### 1.2 調査対象

全国の浄水場のうち、地表水を水源とする浄水場について、表 1 に示すとおり、地域分布及び浄水場処理能力(事業体規模)に偏りがないよう 18 事業体 66 浄水場を抽出し、これらの浄水場について調査した。ただし、事業体ごとに調査したため、浄水場によっては地表水以外を水源とする浄水場もあった。また、調査対象の浄水場は、急速ろ過方式の浄水場は処理能力が大きく、緩速ろ過及び直接ろ過の浄水場は処理能力が小さい傾向にあることが特徴的であった。

表 1 調査浄水場数

処理方式	規模	地域								計
		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	
急速ろ過	小					5	1			6
	中	2	1	1	1		1	2	3	11
	大		2	7	4		2		1	16
	計	2	3	8	5	5	4	2	4	33
凝集ろ過 + 紫外線 処理	小									
	中					1	1			2
	大									
	計					1	1			2
緩速ろ過	小			1		8		7	6	22
	中			1			1	1		3
	大				1					1
	計			2	1	8	1	8	6	26
直接ろ過	小								2	2
	中									
	大									
	計								2	2
その他	小	3								3
	中									
	大									
	計	3								3
計	小	3		1		13	1	7	8	33
	中	2	1	2	1	1	3	3	3	16
	大		2	7	5		2		1	17
	計	5	3	10	6	14	6	10	12	66

小:5,000m<sup>3</sup>/日未満、中:5,000 以上 50,000 未満 m<sup>3</sup>/日、大:50,000m<sup>3</sup>/日以上とした

急速ろ過方式(凝集沈澱+急速ろ過)については、表 2 に示すとおり、33 浄水場<sup>\*1</sup>(15 事業体<sup>\*2</sup>)の調査を実施した。また、表 3 に示すとおり、水源種別が伏流水であり、凝集ろ過処理後に紫外線処理を行っている 2 浄水場(2 事業体)についても調査した。

緩速ろ過方式については、表 4 に示すとおり、26 浄水場(8 事業体)の調査を実施した。

この他、表 5 に示すとおり直接ろ過方式の 2 浄水場(1 事業体)、表 6 に示すとおり原水水質や季節変動に応じて浄水処理方式を切り替えて対応している 3 浄水場(1 事業体)についても調査した。

表 2 調査対象浄水場(急速ろ過方式)

• Nk 浄水場 (Nk 町)	• Sn 浄水場 (Tn 市)
• Rn 浄水場 (Ct 市)	• Tm 浄水場 ( " )
• Hk 浄水場 <sup>*1</sup> (Ht 企業団)	• Ug 浄水場 ( " )
• At 浄水場 (Tr 市)	• Km 浄水場 ( " )
• Ok 浄水場 (St 企業局)	• Yz 浄水場 ( " )
• Ys 浄水場 ( " )	• Mn 浄水場 <sup>*1</sup> (Ok 市)
• Gd 浄水場 ( " )	• Kk 浄水場 ( " )
• Sw 浄水場 ( " )	• Kw 浄水場 ( " )
• Sm 浄水場 <sup>*1</sup> (Kn 企業庁)	• Mr 市浄水場 (Mr 市)
• Tn 浄水場 ( " )	• Kk 浄水場 (Uw 市)
• Ty 浄水場 ( " )	• Hr 浄水場 (Is 市)
• Sw 浄水場 (Ng 企業局 <sup>*2</sup> )	• Ks 浄水場 (Kg 市)
• Mt 浄水場 (Ng 企業局 <sup>*2</sup> )	• Tk 浄水場 ( " )
• Nb 浄水場 (Ng 市)	• Hk 浄水場 ( " )
• Oh 浄水場 ( " )	
• Ks 浄水場 ( " )	

表 3 調査対象浄水場(凝集ろ過処理後に紫外線処理を実施)

• Is 浄水場(Hb 市)	• Hy 浄水場(Hk 市)
----------------	----------------

\*1: Hk 浄水場(Ht 企業団)、Sm 浄水場(Kn 企業庁)及び Mn 浄水場(Ok 市)は、水源水質や施設の特徴が異なる系列を、それぞれ独立した浄水場として扱った。

\*2: Sw 浄水場(上水道事業)と Mt 浄水場(水道用水供給事業)は、それぞれの事業体として扱った。

表 4 調査対象浄水場(緩速ろ過方式)

• Kn 浄水場 (Mr 町)	• Hz 浄水場 (Uw 市)
• Tn 浄水場 (Kn 企業庁)	• Dn 浄水場 ( " )
• Nb 浄水場 (Ng 市)	• Kw 浄水場 ( " )
• Ut 浄水場 (Tn 市)	• Tg 浄水場 ( " )
• Hr 浄水場 ( " )	• On 浄水場 ( " )
• Nm 浄水場 ( " )	• Mm 浄水場 ( " )
• Br 浄水場 ( " )	• Mr 水源地 (Kg 市)
• Kt 浄水場 ( " )	• My 水源 ( " )
• Hg 浄水場 ( " )	• Hc 水源地 ( " )
• Tr 浄水場 ( " )	• Ty 水源地 ( " )
• Tb 浄水場 ( " )	• It 水源地 ( " )
• Mn 浄水場 (Ok 市)	• Nk 水源地 ( " )
• Sm 浄水場 (Mr 市)	
• Kn 浄水場 ( " )	

表 5 調査対象浄水場(直接ろ過方式)

• Nm 浄水場(Kg 市)	• Me 水源地(Kg 市)
----------------	----------------

表 6 調査対象浄水場(その他)

• Kn 浄水場 (Nk 町)/原水水質により緩速ろ過・急速ろ過を切替
• Nt 浄水場 ( " )/季節により緩速ろ過・急速ろ過を切替
• Ky 浄水場 ( " )/原水水質により緩速ろ過・膜ろ過を切替

### 1.3 調査方法

調査対象の全ての浄水場について、調査票調査と聞き取り調査を行った。

### 1.4 調査結果と考察

#### 1.4.1 急速ろ過方式

ここでは、表 2 と表 3 に示した 35 浄水場(17 事業体)についてとりまとめる。  
ろ過水濁度管理に係る各浄水場の特徴を表 7、表 8 に要約して示す。

表 7 急速ろ過方式の調査対象浄水場と調査結果(その1)

事業体名	注1)注2) 計画給水人口 (万人)	注3) 浄水場名 施設能力 (m <sup>3</sup> /日)	注4) 水源種別		ろ過池池数(池)	注2) 2013年度 原水濁度(度)		ろ過水濁度が 上昇しやすい 場面			注5) ろ過水濁度の 監視			注5) ろ過水濁度の 低減化方法					ろ過水濁度の管理							
			表流水	その他		最高	平均	原水高濁度時	ピロランキトン発生時	ろ過池洗浄後の再開時	ろ過池ごと	系列ごと	全ろ過池の集合水	捨水	洗浄スロウダウン	ろ過スロウスタート	二段凝集	その他	管理目標値	管理目標超過時の対応						
																				ろ速調整	ろ過池洗浄	取水制限	取水停止	処理強化等	その他	
Nk 町	21,400	Nk	9,000			8	1.1	0.6	上昇場面ナシ		[ ]						0.01	特に定めず								
Ct 市	94,800	Rn	36,500			4	0.4	0.3	上昇場面ナシ			[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	0.05									
Ht 企業団	325,569	Hk(Mb 川系)	80,520			16	120.0	14.0	上昇場面ナシ							[ ]	0.07									
		Hk(Nd 川系)	50,000			16	22.0	4.9										0.07								
Tr 市	145,580	At	5,600	浅,伏,湧		2		<0.1									0.1	未実施:構造上の問題								
St 企業局	用水供給	Ok	1,300,000			86	410.0	13.0				[ ]	[ ]			[ ]	[ ]	[ ]	0.05							
		Ys	150,000			16	470.0	13.0												0.06						
		Gd	500,000			40	520.0	13.0					[ ]	[ ]			[ ]	[ ]		0.1						
		Sw	350,000			20	850.0	16.0					[ ]	[ ]			[ ]	[ ]	[ ]	0.1						
Kn 企業庁	2,886,100	Tn	210,000			16	57.0	11.0				[ ]				[ ]	[ ]		0.05							
		Ty	5,550	伏		8	1.2	0.1												0.05						
		Sm 第2	210,000			16	10.0	4.4					[ ]				[ ]		[ ]	0.05						
		Sm 第3	540,000			20							[ ]				[ ]		[ ]	0.05						
Ng 企業局	用水供給	Mt	81,000			4	646.4	5.3										0.1								
Ng 企業局	200,700	Sw	48,000			6	378.2	7.0				[ ]						0.05								
Ng 市	2,316,000	Ks	590,000			36	18.0	5.0				[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	[ ]	[ ]	0.08							
		Nb	150,000			20	9.2	3.5				[ ]		[ ]					0.08							
		Oh	544,000			44	18.0	5.1				[ ]		[ ]		[ ]			0.04							

注1)～注5)は表 8 参照

表 8 急速ろ過方式の調査対象浄水場と調査結果(その2)

事業体名	注1)注2) 計画給水人口 (万人)	注3) 浄水場名	注3) 施設能力 (m <sup>3</sup> /日)	注4) 水源種別		ろ過池池数(池)	注2) 2013年度 原水濁度(度)		ろ過水濁度が 上昇しやすい 場面			注5) ろ過水濁度の 監視			注5) ろ過水濁度の 低減化方法					ろ過水濁度の管理											
				表流水	その他		最高	平均	原水高濁度時	ピロランクトン発生時	ろ過池洗浄後のろ過再開時	ろ過池ごと	系列ごと	全ろ過池の集合水	捨水	洗浄スロウダウン	ろ過スロウスタート	二段凝集	その他	管理目標値	管理目標超過時の対応										
																					ろ過調整	ろ過池洗浄	取水制限	取水停止	処理強化等	その他					
Tn市	44,400	Sn	1,690		浅	2	<0.1	<0.1											0.1												
		Tm	750		浅	2		<0.1																							
		Ug	2,330		浅	3	<0.1	<0.1												0.1											
		Km	855			2	4.4	2.9	上昇場面ナシ											0.1											
		Yz	172		浅	1		<0.1		上昇場面ナシ																					
Ok市	718,000	Mn1・2	103,700			16	8.7	3.5											0.05												
		Mn3	51,850			10													0.05												
		Kk	22,700			10	<0.1	<0.1												0.05											
		Kw	4,100			8	7.6	0.9												0.1											
Mr市	111,000	Mr市	19,200		深	6	4.4	3.3	上昇場面ナシ									0.1													
Uw市	80,300	Kk	15,600			10	3.1	1.5										0.07													
Is市	83,900	Hr	14,400		深	16	46.0	6.4										0.01													
Kg市	586,200	Ks	109,100			16	8.1	3.5											0.05												
		Tk	39,700			4	14.0	5.0											0.05												
		Hk	30,000			4	7.8	3.5											0.05												
Hb市	116,600	Is	13,000		伏	4	18.8	<0.1										0.1													
Hk市	50,700	Hy	48,000		伏	4	<0.1	<0.1	上昇場面ナシ									0.14													

注1)複数の事業を経営する事業体は合算値を示した。注2)出典:水道統計・水質編(2013年度)注3)急速ろ過以外の系統を有する浄水場は、急速ろ過の施設能力を示した。

注4)その他の“伏”は伏流水、“深”は深井戸水、“浅”は浅井戸水、“湧”は湧水を表す。

注5)[ ]は、供用後に改造して実施したことを表す(濁度監視点については、濁度計更新を含む)。[ ]は、調査時点では実施していないが、計画や構想があることを表す。  
[ ]は、サンプリング配管の切り替えによつてろ過池ごとの濁度監視が可能な構造であることを表す。

### (1) ろ過水濁度が上昇しやすい場面

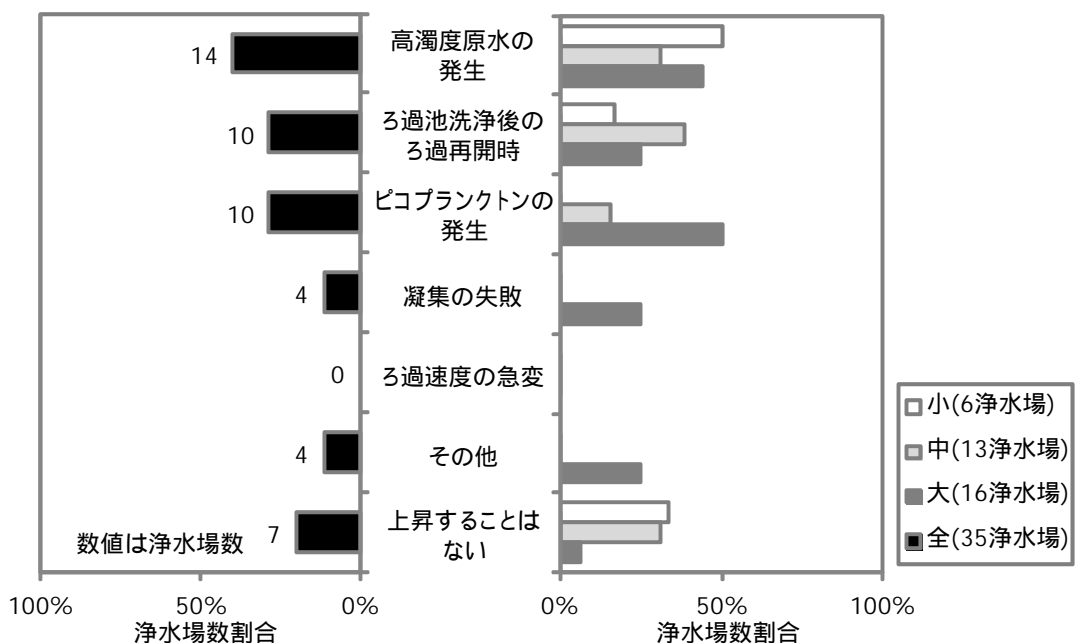
ろ過水濁度が上昇しやすい場面とその浄水場数を図 1 に示す。最も多かったのは 14 浄水場(8 事業体)から回答のあった『原水高濁度時』であった。なお、4 浄水場(2 事業体)から『凝集の失敗』の回答があったが、これらはいずれも『原水高濁度時』にも回答しており、原水高濁度時に凝集操作を誤りやすいとのことであった。また、『その他』のうち、2 浄水場(1 事業体)では、原水濁度が急上昇する際の薬品注入管理のミスという、同じ趣旨の回答であった。

『原水高濁度時』に回答した 14 浄水場(8 事業体)のうち 8 浄水場(3 事業体)は、各事業体において水源河川が同じである。具体的には、St 企業局の 0k 浄水場、Ys 浄水場の水源は Ar 川、Ng 市の Ks 浄水場、Oh 浄水場の水源は Ks 川、Ok 市の 4 浄水場の水源は As 川である。ただし、Ng 市では、Oh 浄水場と Ks 浄水場の他に、Nb 浄水場の水源も Ks 川である。『原水高濁度時』にろ過水濁度が上昇しやすいと回答した 2 浄水場と Nb 浄水場との大きな違いは凝集沈澱の方式であり、Nb 浄水場は傾斜板式沈澱池であるのに対して、2 浄水場は高速凝集沈澱池や傾斜板のない横流式沈澱池であった。このことから、凝集沈澱の水質管理の難易や成否が後段のろ過水質に大きな影響を与えることが示唆された。

その他の回答は『ろ過池洗浄後のろ過再開時』の 10 浄水場(6 事業体)、『ピコプランクトンの発生』の 10 浄水場(6 事業体)が多く、『上昇しない』という回答も 7 浄水場(6 事業体)であった。

また、浄水場の規模別にみると以下の特徴があった。

- 浄水場規模によらずおよそ半数の浄水場で高濁度原水の発生がみられた
- 中・大規模浄水場ではピコプランクトンが発生していた(ただし、小規模の 6 浄水場のうち、4 浄水場は水源を浅井戸としているため、ピコプランクトンは浄水場規模にかかわらず全国的に発生していることが考えられた)
- 大規模浄水場であっても凝集の失敗があった



注) 小:5,000m<sup>3</sup>/日未満、中:5,000 以上 50,000 未満 m<sup>3</sup>/日、大:50,000m<sup>3</sup>/日以上

図 1 ろ過水濁度が上昇しやすい場面(35 浄水場 17 事業体)

## (2) ろ過水濁度の監視

ろ過水濁度の監視点とその浄水場数を図 2 に示す。調査対象 35 浄水場のうち 1 浄水場を除いた 34 浄水場では、全ろ過池の集合水(浄水池出口に至る過程での測定を含む)を測定対象とする場合も含めて、ろ過水濁度の連続監視を行っていた。1 浄水場のみ『週に 1 回の点検の際に測定している。』とのことであった。

ろ過池ごとへの濁度計整備については、8 浄水場(調査対象の 23%)が整備済みであり、6 浄水場(調査対象の 17%)でサンプリング配管の切り替えによりろ過池ごとの濁度監視を行っていた。これらを合わせると、40%の浄水場でろ過池ごとの濁度監視が可能となっていた。

一方、ろ過池ごとの濁度監視が不可能な 21 浄水場(調査対象の 60%)のうち、7 浄水場で系列ごとの監視が可能であったが、13 浄水場の監視点は全ろ過池の集合水(浄水池出口に至る過程での測定を含む)のみであった。なお、残り 1 浄水場は前述のとおり、ろ過水濁度の連続監視を行っていない。

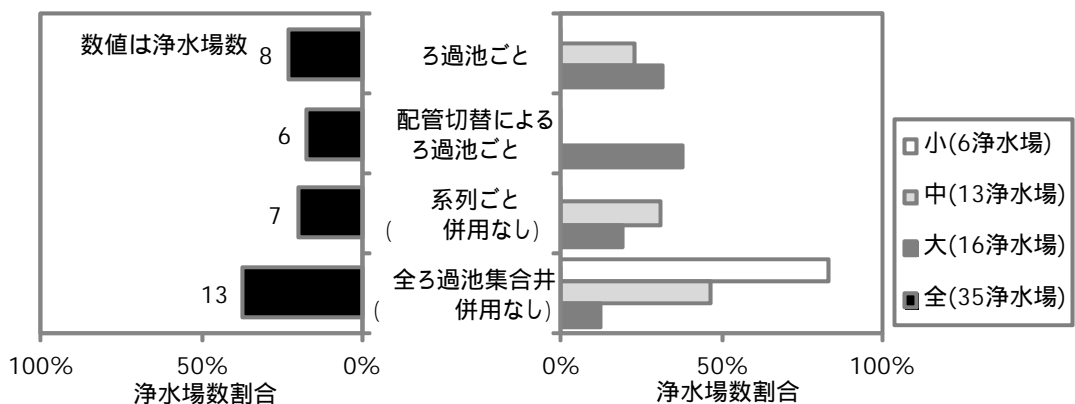
ろ過池ごとの濁度監視を実施しない理由としては、次の回答があった。

- ろ過水濁度がほとんど上昇しない。
- 濁度計の維持管理について、サンプリング配管の洗浄や校正・クロスチェックを実施するために多くの費用とマンパワーが必要となる。

また、浄水場の規模別にみると以下の特徴があった。

- 洗浄スローダウンは半数以上の浄水場で実施され、特に大規模浄水場の実施割合は高かった
- 二段凝集が実施されているのは大規模浄水場のみであった

ろ過水濁度計を新たに整備するにあたり、監視点別に要した費用を表 9～表 12 に示す。浄水場ごとに整備内容が異なるため、一概に評価できないものの、Ks 浄水場では、配管切替によるろ過池ごとの設置費用は建設改良費の 0.2%に対し、ろ過池ごとの設置費用は建設改良費の 1.8%と 9 倍の差が生じている。また、Ng 市の場合、Nb 浄水場の実績をもとに 3 浄水場の全ろ過池(100 池)に整備した場合を想定すると、建設改良費の 2%程度に達することが予想される。このため、ろ過池ごとの濁度計整備が進みにくい背景要因として整備費用の負担が大きいことが考えられた。



注) 小: 5,000m<sup>3</sup>/日未満、中: 5,000 以上 50,000 未満 m<sup>3</sup>/日、大: 50,000m<sup>3</sup>/日以上

図 2 ろ過水濁度の監視点 (35 浄水場 17 事業体)

表 9 ろ過水濁度計の整備費用(ろ過池ごとの場合)

事業体	建設改良費 <sup>1</sup> (百万円)	浄水場	完了 年度	ろ過 池数	型式	総額 (百万円)	対建設 改良費	備考
Ct 市	699	Rn	2005	4	粒子数 計測法	80	11.4%	サンプリング設備、伝送設 備、中央監視改造等を含む
Kn 企業庁	11,630	Tn	1999	16	散乱光 測定法	17	0.1%	
		Sm 第 2	1999	16	粒子数 計測法	24	0.2%	
		Sm 第 3	1999	20	粒子数 計測法	30	0.3%	
Ng 市	16,236	Nb	2013	20	散乱光 測定法	68	0.4%	サンプリング設備含む(監視 制御改造含まず)
Kg 市	3,795	Ks	2013	8	透過散 乱光法	69	1.8%	サンプリング設備、システム 改造等を含む
		Tk	2010	4	透過散 乱光法	15	0.4%	濁度計据付、サンプリング配 管布設のみ

1:管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009～2013年度の平均値)

表 10 ろ過水濁度計の整備費用(配管切替によるろ過池ごとの場合)

事業体	建設改良費 <sup>1</sup> (百万円)	浄水場	完了 年度	系列 数	型式	総額 (百万円)	対建設 改良費	備考
St 企業局	9,869	Gd	2005	5	粒子数 計測法	276	2.8%	電気計装費用を含む
		Sw	1998	2	粒子数 計測法	20	0.2%	サンプリング設備、電気計装 設備、中央監視改造を含む
Kg 市	3,795	Ks	2007	2	粒子数 計測法	6	0.2%	

1:管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009～2013年度の平均値)

表 11 ろ過水濁度計の整備費用(系列ごとの場合)

事業体	建設改良費 <sup>1</sup> (百万円)	浄水場	完了 年度	系列 数	型式	総額 (百万円)	対建設 改良費	備考
Ng 企業局	1,738	Sw	1997	2	散乱光 測定法	14	0.8%	
Ng 市	16,236	Ks	2013	3	粒子数 計測法	19	0.1%	機器更新のみ
Mr 市	1,441	Mr 市	2013	2	散乱光 測定法	5	0.3%	

1:管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009～2013年度の平均値)

表 12 ろ過水濁度計の整備費用(集合并の場合)

事業体	建設改良費 <sup>1</sup> (百万円)	浄水場	完了 年度	系列 数	型式	総額 (百万円)	対建設 改良費	備考
Ok 市	5,862	Kw	2013	1	その他	3	0.1%	
Hk 市	501	Hy	2002	1	散乱光 測定法	184	36.7%	薬注全体の改造費

1:管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009～2013年度の平均値)



### (3) ろ過水濁度の低減化方法

ろ過水濁度の低減化方法とその浄水場数を図 3 に示す。実施済みの方法として最も多かったのは洗浄スローダウン(19 浄水場; 調査対象の 54%)であり、次いで、捨水(16 浄水場; 調査対象の 46%)、ろ過スロースタート(15 浄水場; 調査対象の 43%)であった。なお、今後、導入の計画がある浄水場は、洗浄スローダウンが 5 浄水場、ろ過スロースタートが 4 浄水場であり、捨水の導入を計画する浄水場はなかった(表 7、表 8 参照)。

捨水時間は事業者やその浄水場によって様々であり、5 分から 40 分程度まで設定されていた(表 13 参照)。

二段凝集を導入している浄水場は、大規模浄水場の 5 浄水場(調査対象の 14%)のみであった。Ng 市では、一部浄水場で導入した洗浄スローダウンとろ過スロースタートの効果は低いと判断し、効果が高いことを確認した二段凝集を導入していくとのことである。

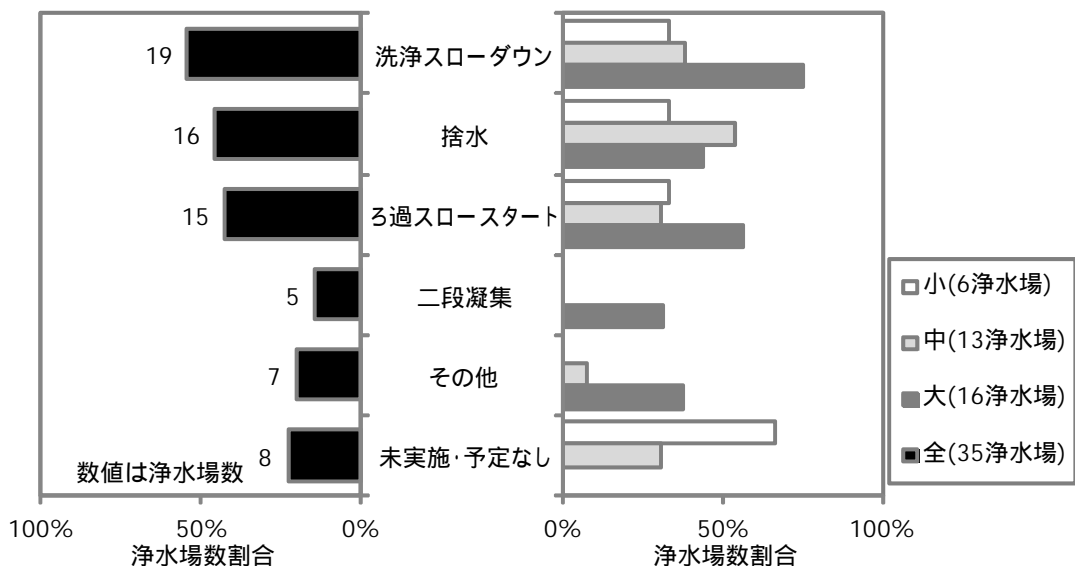
ろ過水濁度の低減化方法を実施しておらず今後も予定がないと回答した 8 浄水場について、実施しない理由としては、次の回答があった。

- 構造上、改造ができない(3 浄水場)
- 現状のろ過水濁度が低いため必要がない(1 浄水場)
- 常時低濁度であり、紫外線処理施設が導入されているため必要がない(1 浄水場)

また、浄水場の規模別にみると以下の特徴があった。

- ろ過池ごとに濁度計を設置している浄水場は中・大規模浄水場のみであった
- 小規模浄水場の全ては集合井のみに濁度計を設置していた

ろ過水濁度低減を目的とするろ過池改造費用は表 14 のとおりであり、浄水場ごとに改造内容が異なるため、一概に評価はできないものの、建設改良費(2009～2013 年度の平均値)の 86%を要する浄水場もあり、事業者にとって、ろ過水濁度低減のための施設整備に必要な改造のための費用は負担であるといえる。なお、Sw 浄水場及び Ks 浄水場においては、二段凝集よりも洗浄スローダウン、ろ過スロースタートのための整備費用の方が安価であった(表 14 参照)。



注) 小: 5,000m<sup>3</sup>/日未満、中: 5,000 以上 50,000 未満 m<sup>3</sup>/日、大: 50,000m<sup>3</sup>/日以上

図 3 ろ過水濁度の低減化方法(35 浄水場 17 事業者)

表 13 16 浄水場の捨水時間

事業体名	浄水場名	施設能力(m <sup>3</sup> /日)	捨水の実施	捨水時間(分)
Ct 市	Rn	36,500	[ ]	15
St 企業局	Ok	1,300,000		16
	Ys	150,000		不定
	Gd	500,000	[ ]	20
	Sw	350,000		15
Ng 企業局	Sw	48,000		17
Tn 市	Ug	2,330		-
	Km	855		-
Ok 市	Mn1・2	103,700	[ ]	5
	Mn3	51,850		10
	Kk	22,700	[ ]	10
Mr 市	Mr 市	19,200		5~7
Kg 市	Ks	109,100		30~40
	Tk	39,700		30
	Hk	30,000		30
Hb 市	Is	13,000		15

[ ]は、供用後に改造して実施したことを表す

表 14 ろ過水濁度低減を目的とするろ過池改造費用

事業体名	建設改良費 <sup>1</sup> (百万円)	浄水場名	ろ過池数	改造費用(百万円)	対建設改良費割合	上段:改造年度 <sup>2</sup> 下段:改造費用(百万円)				備考
						捨水	洗浄スローダウン	ろ過スロースタート	二段凝集	
Ct 市	699	Rn	4	600	85.8%	2005*	2005*	2005*	×	
St 企業局	9,869	Ok	86	-	-		-	-	2015 447	二段凝集は2系統のうち1系統のみ実施
		Gd	40	285	2.9%	2005*	2005*	×	×	
		Sw	20	86	0.9%		1998 9	1998 9	2002 68	
Kn 企業局	11,630	Tn	16	-	-	×	不明	不明	×	捨水設備有り
		Sm 第2	16	-	-	×	1997 不明		×	
		Sm 第3	20	-	-	×	1997 不明		×	
Ng 市	16,236	Ks	36	81	0.5%	×	2004 6	2004 10	2007 65	シーケンスのみ変更
		Oh	44	-	-	×	2002 -	×		
Ok 市	5,862	Mn1・2	16	289	4.9%	2012 39	2012 195	2012 55	×	
		Kk	10	324	5.5%	2005 108	2005 108	2005 108	×	
Mr 市	1,441	Mr 市	6	2	0.1%		2006 2	×	×	

1: 管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009~2013年度の平均値)

2: - 無回答、\* 内訳不明、 供用開始当時から実施、 計画あり、×実施していない

#### (4) ろ過水濁度の管理目標値と目標超過時の対応

ろ過水濁度の管理目標値とその浄水場数を図 4 に示す。最も多かったのは 13 浄水場(6 事業者)の 0.05 度であり、次いで、10 浄水場(7 事業者)の対策指針で求められる 0.1 度であった。一方で、対策指針値の 1/10 である 0.01 度に設定する浄水場もあった。なお、複数の浄水場を管理する事業者においては、管理目標値を統一している場合が多い。

水源が表流水以外(伏流水、浅井戸)の場合、ろ過水濁度の管理目標値を 0.1 度に設定する浄水場が多く、特に定めていない浄水場もあった。

ろ過水濁度が管理目標値を超過した場合の対応とその浄水場数は図 5 に示すとおりであり、最も多かったのは、『ろ過池洗浄』の 20 浄水場(11 事業者)、次いで、『ろ過速度の調整』の 12 浄水場(5 事業者)であった。

『処理強化等』と回答した 11 浄水場(5 事業者)について、具体的には次の回答があった。

- 凝集剤による凝集強化(凝集剤の注入率見直し)
- 他水源による希釈
- 原因物質の特定と薬品注入

また、浄水場の規模別にみると以下の特徴があった。

- 浄水場規模によらずおよそ半数の浄水場でろ過池洗浄を実施していた
- ろ過速度の調整及びろ過水排水を実施している浄水場は中・大規模浄水場のみであった

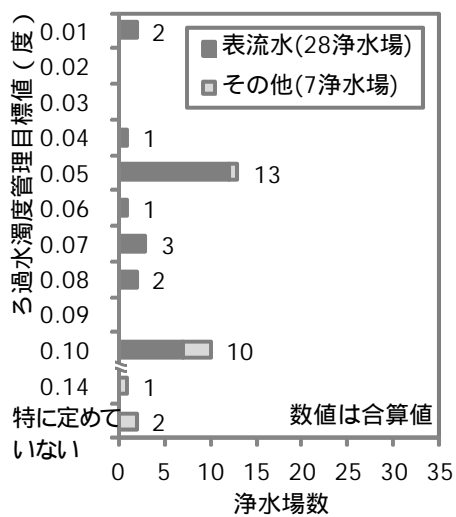


図 4 ろ過水濁度の管理目標値  
(35 浄水場 17 事業者)

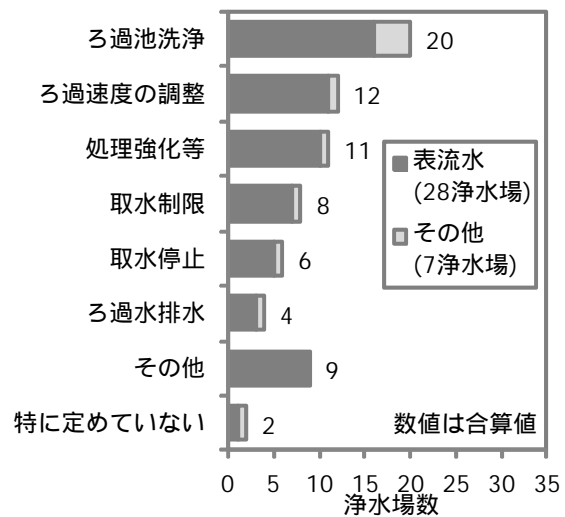
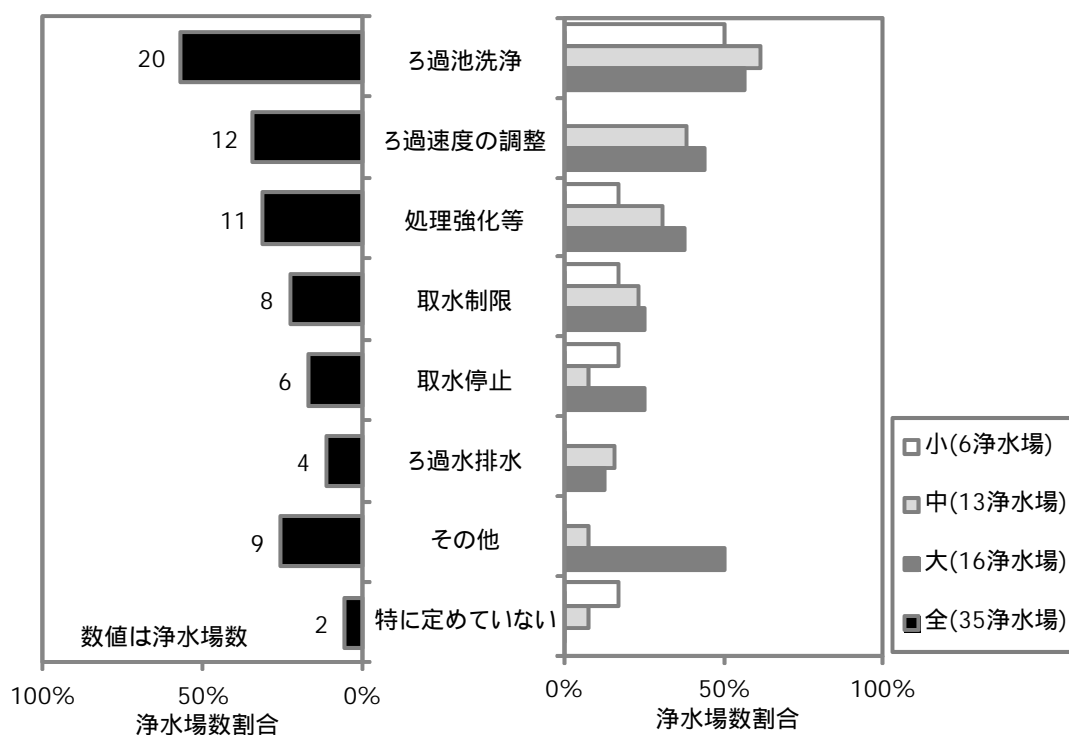


図 5 ろ過水濁度管理目標超過時の対応  
(35 浄水場 17 事業者)



注)小:5,000m<sup>3</sup>/日未満、中:5,000以上50,000未満m<sup>3</sup>/日、大:50,000m<sup>3</sup>/日以上  
 図 6 ろ過水濁度管理目標超過時の対応(35 浄水場 17 事業者)

### (5) 濁度管理に係る課題

ここでは、ろ過水濁度管理における課題として、主に聞き取り調査で得られた内容を整理する。

#### 1) 根幹的な問題

ろ過水濁度が継続して0.1度を超過する(あるいは、その恐れがある)場合は、クリプトスポリジウム等発生時に準じた対応を行う事業者は多い。しかし、測定原理(濁度計の種類)による差異が大きい濁度を指標として重要な判断を行うことに疑問がある、という意見が1事業者からあった。

#### 2) 高濁度原水への対応

ろ過水濁度が上昇しやすい場面として、原水高濁度時やその際の凝集の失敗、薬品注入管理のミスを挙げる事業者があった。凝集の失敗、薬品注入管理のミスを挙げた事業者には中小規模事業者だけでなく、大規模事業者も含まれた。

高濁度原水への対応の難易は施設特性に左右される面もあるが、近年の原水水質の特性(局所豪雨等に伴う急激かつ異常な濁度上昇)と管理体制の課題(人員・人材不足)を背景として、管理に苦慮している状況が伺えた。

#### 3) 低濁度原水への対応(水源種別による対策コストの違い)

原水が低濁度であり、かつ当該水道事業において唯一の浄水場であるRn浄水場(Ct市)とHy浄水場(Hk市)を対象に水源種別による対策コストについて比較検討する。

Rn 浄水場(Ct 市)の水源は表流水であるが、湧水による源流部からわずか2.5km 下流で取水しているため、通常の原水濁度は高くても0.4 度程度である。原水濁度による取水停止基準は5 度と低く、実際の停止は2～3 回/年程度である。このように、通常時は凝集やる過の必要もない原水濁度レベルであるが、対策指針に則って凝集沈澱とろ過を行い、全ろ過池への濁度計整備や捨水等対応のための改造も実施した。また、凝集剤注入に伴い、溶存アルミニウム等の水質管理や下水処理場へのスラッジ運搬に係る作業や費用が負担となっている。

一方、Hy 浄水場(Hk 市)でも以前は凝集沈澱とろ過を行っていたが、水源が伏流水であるためクリプトスポリジウム対策としては紫外線処理を採用し、通常時は凝集剤を使用しない運転に変更した。

両浄水場のクリプトスポリジウム対策に係るコストを比較すると表 15 のとおりである。

Rn 浄水場のろ過池型式は特殊(逆流洗浄装置移動形)という要因もあるが、両浄水場ともに施設能力が同程度でありながら、水源種別の違いによってコストに大きな差異が生じている。整備費用については、Rn 浄水場は約 6.8 億円(Ct 市の1 年分の建設改良費の97%)であるのに対して、Hy 浄水場は約 3.5 億円(光市の1 年分の建設改良費の69%)である。また、維持管理費についても Rn 浄水場は約 30 百万円/年(Ct 市の原水費・浄水費の13%)であるのに対して、Hy 浄水場は約 2 百万円/年(Hk 市の原水費・浄水費の1%)である。

表 15 クリプトスポリジウム対策に係るコスト(水源種別による違い)

	Rn 浄水場(Ct 市)	Hy 浄水場(Hk 市)
水源種別	表流水	伏流水
原水濁度 <sup>注1)</sup>	最高:0.4 度 平均:0.3 度	最高:0.1 度未満
施設能力	36,500m <sup>3</sup> /日	48,000m <sup>3</sup> /日
整備費用	全ろ過池濁度計整備 : 80 百万円 ろ過池改造(捨水等) : 600 百万円 計 : 680 百万円	紫外線処理設備整備 : 345 百万円 計 : 345 百万円
建設改良費 <sup>注2)</sup>	699 百万円	501 百万円
維持管理費用	薬品費(PAC) <sup>1)</sup> : 9,509 千円/年 薬品費(硫酸) <sup>1)</sup> : 1,632 千円/年 スラッジ運搬費 <sup>2)</sup> : 19,000 千円/年 計 : 30,141 千円/年  1:2011 年度～2013 年度の年平均 2:汚泥運搬費は PAC の約 2 倍というヒアリング結果にもとづく概数	装置点検委託費 <sup>1)</sup> : 195 千円/年 消耗部品等交換 <sup>1)</sup> : 1,367 千円/年 電気代 <sup>2)</sup> : 530 千円/年 計 : 2,092 千円/年  1:2012 年度～2014 年度の年平均 <sup>注4)</sup> (ランプ交換や2.5 年定期交換等含む) 2:2013 年度実績(基本料金は除く)
原水費・浄水費 <sup>注3)</sup>	226,499 千円/年	185,305 千円/年

注1) 出典:水道統計・水質編(2013 年度)

注2) 管路等を含む水道事業全体における建設改良費(2009～2013 年度の平均値)、出典:水道統計

注3) 原水費と浄水費の合計(2009～2013 年度の平均値)、出典:水道統計

注4) 稼働実績期間が短期あり、安定器等のすべての消耗部品等の交換が含まれていない

#### 4) 濁度計の整備と管理

##### (a) 濁度計の選定

濁度計には様々な種類があり、表 9～表 12 に示したとおり種類によって価格も異なる。例えば、

機器更新のみであった Ks 浄水場では粒子数計測法で約 6.3 百万円/台を要しているが、機器更新とサンプリング設備設置も行った Nb 浄水場では散乱光測定法で約 3.4 百万円/台であった。

Ng 市の場合、全浄水場で 100 池のろ過池全てに濁度計を整備するために交換部品も含めたトータルコストを重視せざるを得ず、1 製品しか選択肢はなかったとのことである。

#### (b) 保守・管理

コストだけでなく、保守・管理の負担が大きいという意見が幾つかあった。具体的には次の内容である。

- 業者による月 1 回の定期検査、年 1 回の詳細検査、3 年に 1 回の工場持ち帰り検査を実施している。また、水質検査時に用いる積分球式光電光度法の濁度計と連続監視濁度計の測定値がずれている場合、直営にて随時校正を実施する。
- 業者による年 2 回の定期点検だけでは十分な精度を維持できず、直営により、大量の濁度標準液を準備して現場で校正作業を行うことがある。
- 濁度計の値が異常の兆候を示した場合のクロスチェックが大変である。
- サンプリング配管の洗浄作業が大変である。
- 旧来の濁度計と比べて高感度濁度計は日常点検の項目・頻度が多くて大変である。

#### (c) 監視点の設定

Ng 市では過去にサンプリング配管の切り替えを採用していたが、切り替え時の濁度上昇等による精度の問題があったため、全ろ過池への濁度計整備に至った経緯があった。

一方、小規模事業体である Nk 町からは、人員不足が課題となっている状況で、維持管理の負担が大きい濁度計の台数が増えることになる、各ろ過池への濁度計整備は考えられないという回答があった。このように、ろ過水濁度の監視点の設定では、コストだけでなく維持管理負担も大きな検討要素となっていた。

#### 5) 当初の設計思想よりも高水準の管理要求

ろ過池洗浄後のろ過再開時の濁度上昇を防ぐ方法としては捨水や洗浄スローダウン等が一般的であるが、水道水を原因とするクリプトスポリジウム症の発生が問題となっていなかった当時に建設されたろ過池では、構造上、捨水等を実施できない場合があった。その場合、実施するにはろ過池の改造が必要となるが、一部の自然平衡型ろ過池では改造そのものが難しく(あるいは不可能)、その理由により対応が遅れたとする回答があった。

また、ろ過水濁度を抑えるために、ろ過砂の管理(厚さ、径・均等係数、汚れ等)に係る作業が負担であるとする回答もあった。

#### 6) ピコプランクトンの発生

ピコプランクトンは凝集沈澱 + 急速ろ過だけでは十分に除去できないので、ろ過池から漏出してる過水濁度が上昇する要因となりやすい。過去には琵琶湖を水源とする淀川流域等の一部地域だけで問題視されていたが、近年は全国の広い地域で発生しており、今回の調査でも東北地方から九州地方に至るまで 10 浄水場(6 事業体)において問題となっていた。

#### 1.4.2 緩速ろ過方式

ここでは、表 4 に示した 26 浄水場(8 事業体)についてとりまとめる。

ろ過水濁度管理に係る各浄水場の特徴を表 16 に要約して示す。

緩速ろ過の場合、十分に養生された後のろ過水濁度は安定するが、ろ過水濁度が上昇する場合は、操作因子が限られるためろ過速度の低下や取水停止といった対策が講じられている。

ろ過池ごとに濁度計を設置し、ろ過水濁度を連続監視している浄水場は、Kn 企業庁や Ng 市といった大規模事業体のみであった。

なお、Nb 浄水場(Ng 市)のろ過水濁度計は、急速ろ過系では前述のとおりコストを重視して散乱光測定法を採用しているが、散乱光測定法を緩速ろ過系に適用すると気泡による誤差が生じるため、緩速ろ過系では価格の高い粒子数計測法の濁度計が全ろ過池に整備された。また、緩速ろ過水には塩素が含まれていないため濁度計内部が汚れやすく、その自動洗浄設備(シュウ酸により週 1 回実施)も濁度計ごとに設置されている。また、サンプリング配管は人手により洗浄しており、その作業が負担になっているとのことであった。

一方、この他の事業体の浄水場については、ろ過池ごとにろ過水濁度を監視しておらず、その主な理由として以下の事項が挙げられた。

- 濁度計の設置やその管理が財政的に厳しい。クリプトスポリジウム等の対策は、できることから実施している。
- 事業体内で浄水場の統廃合整備を進めており、廃止予定の浄水場である。

以上のことから、急速ろ過方式と同様に、ろ過池ごとの濁度計整備が進みにくい背景要因として整備費用の負担が大きいことが考えられた。

表 16 緩速ろ過方式の調査対象浄水場と調査結果(その1)

事業体名	注1)注2) 計画 給水人口 (万人)	浄水場名	注3) 施設 能力 (m <sup>3</sup> /日)	注4) 水源 種別		ろ過池池数(池)	注2) 2013 年度 原水濁度(度)		ろ過水濁度が 上昇しやすい 場面			注5) ろ過水濁度 の監視			濁度管理の対応
				表 流水	そ 他		最 高	平 均	原 水 高 濁 度 時	ピ ロ シ ン ク ト ン 発 生 時	ろ 過 池 洗 浄 後 の ろ 過 再 開 時	ろ 過 池 ご と	系 列 ご と	水 全 ろ 過 池 の 集 合	
Mr 町	39,200	Kn	2,882		伏	4	<0.1	<0.1							ろ過水 0.05 度以上: ろ過水を普通沈澱池の上流へ返送 原水 0.3 度以上: 取水停止
Kn 企業庁	2,886,100	Tn	32,800		伏	8	57.0	11.0				[ ]			ろ過水濁度上昇時: ろ過速度の調整、ろ過水の排水、 砂層表面の削り取り時期を早める 原水 20 度以上: PAC 注入
Ng 市	2,316,000	Nb	140,000			12	9.2	3.5							ろ過水 0.08 度以上: ろ過速度の調整、ろ過水の排水 原水の高濁度時: PAC 注入
Tn 市	44,400	Ut	20		湧	1		0.1	上昇場面ナシ			連続監視は 行っていない			上昇場面ナシ
		Hr	100		浅	1		<0.1	上昇場面ナシ			連続監視は 行っていない			上昇場面ナシ
		Nm	180				3		0.8			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
		Br	180				3		0.6			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
		Kt	50				2		0.2			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
		Hg	180				3		0.8			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
		Tr	219				3		1.3			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
		Tb	17				2		0.9			連続監視は 行っていない			ろ過水濁度上昇時: 取水停止
Ok 市	718,000	Mn	31,000		伏	6	8.7	3.5				浄水池出口で 実施		原水 20 度以上: 取水停止	
Mr 市	111,000	Sm	8,330		浅,伏	3	1.9	0.3				浄水池出口で 実施		ろ過水濁度上昇時: ろ過池の水をすべて入替	
		Kn	3,080		浅	2	0.2	<0.1				浄水池出口で 実施		ろ過水濁度上昇時: ろ過池の水をすべて入替	

注1) ~ 注5)は表 17 参照



表 17 緩速ろ過方式の調査対象浄水場と調査結果(その2)

事業体名	注1)注2) 計画 給水人口 (万人)	浄水場名	注3) 施設 能力 (m <sup>3</sup> /日)	注4) 水源 種別		ろ過池池数(池)	注2) 2013 年度 原水濁度(度)		ろ過水濁度が 上昇しやすい 場面			注5) ろ過水濁度 の監視			濁度管理の対応
				表 流水	そ の 他		最 高	平 均	原 水 高 濁 度 時	ピ リ ン 生 成 時	ろ 過 池 洗 浄 後 の ろ 過 再 開 時	ろ 過 池 こ と	系 列 こ と	水 全 ろ 過 池 の 集 合	
Uw 市	80,300	Hz	144			2	2.8								上昇場面ナシ
		Dn	108			2	0.3								上昇場面ナシ
		Kw	60			2	0.4								上昇場面ナシ
		Tg	24			2	0.5								上昇場面ナシ
		On	144			2	0.5								上昇場面ナシ
		Mm	340			3	0.6								
Kg 市	586,200	Mr	400			3	1.2	1					[ ]		ろ過水 0.05 度以上 : ろ過速度調整または取水停止 原水 20 度以上 : 取水停止
		My	100	伏		3	0.2	0.1					[ ]		ろ過水 0.05 度以上 : ろ過速度調整または取水停止 原水 20 度以上 : 取水停止
		Hc	50	伏		2	0.9	0.4					[ ]		ろ過水 0.05 度以上 : ろ過速度調整または取水停止 原水 20 度以上 : 取水停止
		Ty	10	湧		2	0.4	0.2					[ ]		ろ過水 0.05 度以上 : ろ過速度調整または取水停止 原水 20 度以上 : 取水停止
		It	130	湧		3	0.9	0.4					[ ]		ろ過水 0.05 度以上 : ろ過速度調整または取水停止 原水 20 度以上 : 取水停止
		Nk	1,100	地下			4	0.7	0.2					[ ]	

注1) 複数の事業を経営する事業体は合算値を示した。

注2) 出典：水道統計・水質編(2013 年度)(ただし、Kg 市の原水濁度の出典は水道水質年報)

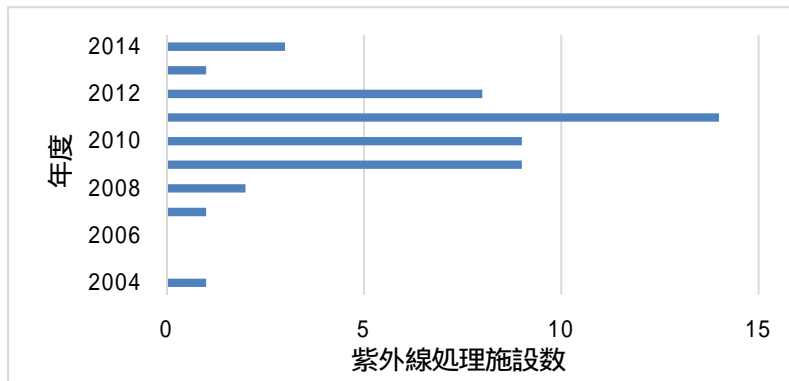
注3) 緩速ろ過以外の系統を有する浄水場は、緩速ろ過の施設能力を示した。

注4) その他の“伏”は伏流水、“深”は深井戸水、“浅”は浅井戸水、“地下”は地下水(深井戸または浅井戸)、“湧”は湧水を表す。

注5) [ ]は、供用後に改造して実施したことを表す(濁度監視点については、濁度計更新を含む)。

## 2. 紫外線維持管理の調査データ

### (1) 供用開始年度



### (2) 調査施設における紫外線ランプの種類

ランプ種類	施設数
LP	19
LPHO	25
MP	4

### (3) 日常点検の頻度と実施者

点検頻度	施設数	比率
毎日	10	21%
週2回	1	2%
週1回	30	63%
月2回	1	2%
月1, 2回	2	4%
月1回	4	8%

実施者	施設数	比率
直営	14	29%
一部委託	20	42%
全て委託	12	25%
その他	2	4%

### (4) 紫外線処理施設における濁度管理値

(複数の基準(警報レベルが2段になっている所)の場合は厳しい方の値を採用)

管理値(度)	施設数
0.05	1
0.1	3
0.14	1
0.2	1
0.5	5
1	1
1.8	1
1.85	1
1.95	1
2	29
(記載なし)	4