

高濁度原水への対応の手引き

平成 26 年 6 月

公益財団法人 水道技術研究センター

発刊にあたって

水道は、国民の約98%が利用できる生活に最も身近な社会基盤の一つであり、その管理を適正かつ合理的に行うことは水道事業者の責務であります。しかし、近年の厳しい経営環境を背景に、管理の担い手である水道事業の職員数は減少の一途をたどっており、平成13年度からの10年間に全国で約20%（約12,300人）も減少しました。一方で、異常降雨に伴う高濁度原水の発生は増加傾向にあり、また、クリプトスポリジウム対策等のために水道水質管理に要求される技術は以前より高度化するとともに厳密さが要求されてきており、特に中小規模の水道事業では対応に苦慮されていることと思います。

この「高濁度原水への対応の手引き」は、厚生労働科学研究費補助金による研究成果をベースとして、急速ろ過方式において高濁度原水に対処する方法の要点と詳細について、発生時の対応だけでなく日頃からの準備や事後対応も含めてまとめました。この手引きが、水道事業体職員だけでなく浄水施設の運転管理業務等を受託している民間企業職員にも活用され、水質事故の未然防止に役立つことができれば大変幸いです。

最後に、本手引きの作成にあたっては、海老江邦雄氏、小笠原紘一氏及び名雪輝直氏並びに数々の水道事業者に査読等の御協力や御助言をいただきました。この場をお借りして、心よりお礼を申し上げます。また、今後は本手引きの改訂を適時行って、より良いものにしていきたいと考えているので、本手引きに対する御指摘や御意見を水道技術研究センターにお寄せいただけると幸いです。

平成26年6月

公益財団法人 水道技術研究センター
理事長 大垣 眞一郎

「高濁度原水への対応の手引き」作成スタッフ

相澤 貴子	公益財団法人 水道技術研究センター 主席研究員
安積 良晃	公益財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部 主任研究員
安藤 茂	公益財団法人 水道技術研究センター 専務理事
伊藤 雅喜	国立保健医療科学院 生活環境研究部 水管理研究分野 上席主任研究官
小澤 憲司	公益財団法人 水道技術研究センター 調査事業部 主任研究員
鎌田 素之	関東学院大学 工学部 社会環境システム学科 准教授
佐藤 仁是	新潟市水道局 経営企画部 計画整備課 課長補佐
堤 行彦	福山市立大学 都市経営学部 都市経営学科 教授
富井 正雄	公益財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部長
中川 勝裕	公益財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部 主任研究員
中山 宏二	元 公益財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部 主任研究員
長谷川 孝雄	NPO 法人ポリシリカ鉄協会 技術顧問
藤原 正弘	公益財団法人 水道技術研究センター 特別技術顧問
山口 太秀	メタウォーター株式会社 R&D センター 基盤事業開発部 浄水プロセス開発グループ グループマネージャー

(五十音順、所属は平成 26 年 6 月現在)

まえがき

我が国に普及する浄水方式は、ろ過の有無やろ過方法の違いにより4方式（消毒のみ、緩速ろ過方式、急速ろ過方式、膜ろ過方式）に大別され、浄水量の約8割を占める^{*1}急速ろ過方式が最も標準的である。急速ろ過方式は、凝集・沈澱・ろ過・消毒の各プロセスから成り立っており、一部の溶解性物質やコロイドも除去できるが、基本的には懸濁物質の除去を目的としている。懸濁物質とは、粘土質や藻類による濁りだけではなく、肉眼では見えないような細菌の一部や耐塩素性病原生物（クリプトスポリジウム等）をも含むので、濁度を指標とする懸濁物質の除去は、水道水の衛生的安全性を担保するために非常に重要である。

ところが、濁度を原因とする水質事故は毎年10～40件発生しており、大規模な事例としては、北海道（平成19年）や山形県（平成25年）で発生した断水事故の記憶が新しい。断水の長期化や再発は地域経済活動に打撃を与え、水道事業に対する需要者の信頼性を大きく低下させることになる。また、料金減額措置等に伴う減収や復旧費用が水道事業経営に大きな影響を及ぼした事例もある。

降雨の傾向として、近年は突発的かつ局地的な大雨の発生が以前よりも多くなり、最近では、気象庁が「これまでに経験したことのないような大雨」という表現を用いた最大の警戒を、各地で呼び掛けるまでになった。そのような大雨が水道水源流域で発生すれば原水濁度は短時間で著しく上昇し、濁度による水質事故を引き起こすリスクが高まる。

急速ろ過方式は、原水中の有機物の多寡や施設状況にもよるが、500～1,000度を超える原水濁度にも対応できる処理方法である。したがって、高濁度原水に見舞われた場合でも、適切な運転操作により平常時と同じ水質の水道水を供給することは可能であり、対応限界を超えたとしても、判断が適切であれば断水の長期化は防ぐことができる。そのためには日頃の維持管理が極めて重要であり、問題が顕在化していないことを理由に、運転管理を自動制御に頼り切り、記録・分析も行っていないようでは、平常時と異なる事態に対して適切に対応することは難しい。

しかし、人口減少時代に直面する近年の水道事業は運営上の様々な課題を抱えており、特に中小規模の水道事業者における技術継承や人材不足の問題は深刻であるため、現実的に浄水施設の管理は手薄になりがちである。なお、民間企業においても人材確保に苦慮する場合はあるので、運転管理委託を行っている場合であっても、その浄水場の特性を熟知した技術者の確保はますます難しくなることが予想される。その対策の一つとしては、運転管理マニュアルや水安全計画を用いた技術継承が有効であるが、アンケートにより中小水道事業者における浄水処理に係る運転管理の実態を調査したところ、約1/3の事業者は運転管理マニュアルを整備していなかった。また、水質事故には至ってなくても、高濁度原水への対応に苦慮している事業者は少なくないことも判明した。なお、厚生労働省によれば、水安全計画の策定率は全水道事業者のわずか11.0%（平成25年3月末時点）であることが報告されている^{*2}。

以上の背景を踏まえて、この『高濁度原水への対応の手引き』では、高濁度原水への対応方法だけでなく、水質管理の経験が浅い技術者の学習の一助となるよう、濁度管理の必須要件や基本原則等も整理した。なお、本書では、有効な対応方法として取水停止による回避を推奨してはい

るが、対応可能な原水濁度においては浄水処理の強化によって0.1度以下のろ過水濁度を指すことを基調としている。しかし、配水池や原水調整池等の調整容量が十分にある場合等においては、より早い段階（低い原水濁度）において取水停止を行い、その後の対応を冷静に判断すべきであることはいうまでもない。

本書の構成は次のとおりである。

《高濁度原水への対応の手引き》

まえがき

- 浄水処理における濁度管理マニュアル [8頁]
- 高濁度原水への対応のポイント
水道技術管理者向け、現場実務者向け [各2頁]
- 高濁度原水への対応の解説
 - I 本編 [66頁]
 - II 資料編 [61頁]

あとがき

「浄水処理における濁度管理マニュアル」は、急速ろ過方式の浄水施設における濁度管理の必須要件を、「水安全計画」の考え方を採用してマニュアル化した一例である。汎用性を持たせたため、実際の使用にあたっては各浄水場の特性を踏まえた修正や、余裕を持ってろ過水濁度0.1度以下を達成するための管理基準を各浄水工程について設定する作業等は必要になるが、できるだけ実践的なマニュアルとした。

「高濁度原水への対応のポイント」は、対応の全体像を理解しやすいように、次に紹介する「高濁度原水への対応の解説」の要点をA4見開きページに収めた資料であり、利用者の立場を考慮して2種類（水道技術管理者向け、現場実務者向け）を用意した。いつでも容易に確認できるよう、職場の見えやすい場所に掲示されることを想定した。

「高濁度原水への対応の解説」では、急速ろ過方式の浄水場を有する水道システムを対象として、現状の再認識に始まる日常管理から高濁度原水が発生し終息した後までの各段階における対応の基本原則や留意事項を整理したほか、運転方法の軽微な変更や装置の仮設などにより高濁度原水への対応能力を向上させる方法を示している。水道技術管理者等が中心となって、高濁度原水への対応方策を検討する際の参考資料としての利用を想定した。

*1 出典：水道統計（施設・業務編）平成23年度版
（なお浄水場数としては約3割であり、約5割の消毒のみが最も多い）

*2 出典：全国水道関係担当者会議資料，平成26年3月，厚生労働省健康局

浄水処理における濁度管理マニュアル

目 次

1 . 濁度管理マニュアルについて	i
2 . 用語の説明	i
3 . 濁度管理マニュアルによる管理方法	i
3.1 基本的考え方	i
3.2 管理基準を満たしている場合（レベル1：通常管理）	i
3.3 管理基準を逸脱した場合（レベル2～5）	ii
3.3.1 管理基準逸脱時の対応マニュアル（濁度）	iii
3.3.2 凝集沈澱強化の対応フロー	iv
3.3.3 管理基準逸脱時の対応マニュアル（pH値、アルカリ度）	v
4 . 困ったときにお読みください（トラブルシューティング）	vi

1. 濁度管理マニュアルについて

- ▶ 高濁度原水対応を念頭に、急速ろ過方式の浄水施設（図 1 参照）における濁度管理の必須要件を、「水安全計画」*の考え方を採用してマニュアル化したものであり、凝集において重要な pH 値とアルカリ度の管理を含めて記述した。
- ▶ このマニュアルは一例であり、マニュアル内で規定している内容は、各浄水場の特性に応じて個別に検討して設定する。
- ▶ 他の水質項目や浄水場出口以降の管理についても、優先順位の高いものから、このマニュアルを参考にして順次マニュアル化を図る。

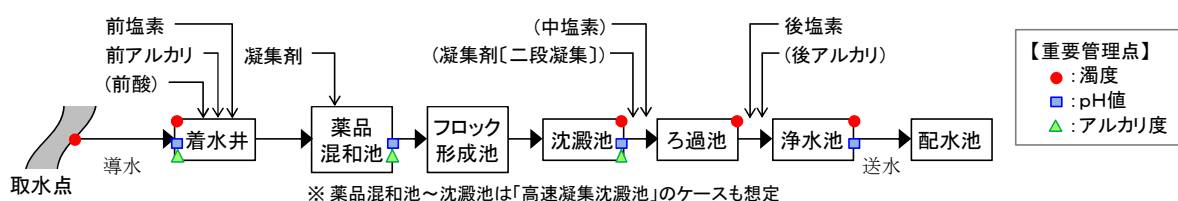


図 1 想定した浄水フロー

2. 用語の説明

対応措置	管理基準を逸脱した場合に、逸脱した状態を元に戻すため、あるいは逸脱による影響を回避・低減するための措置
管理基準	対応措置の発動要件（例：原水濁度の○度超過） 対応措置の良否の判断基準（例：沈澱処理水濁度は○度以下であること）
重要管理点	管理基準を設定する地点（警報機能付きの自動計器設置箇所が望ましい）

3. 濁度管理マニュアルによる管理方法

3.1 基本的考え方（表 1 参照）

- ▶ 対応措置は 5 段階にレベル分けをしており、レベル 1 は通常管理である。
- ▶ 管理基準を逸脱した場合は、その程度に応じてレベル 2～5 の対応措置を講じる。
※管理基準は、監視項目及び監視地点（重要管理点）ごとに設定（表 2 参照）
※逸脱の判断は、監視項目及び監視地点ごとに個別に実施
- ▶ レベル 5 は水質事故に相当するので、この場合は併せて「事故対策要綱」等[†]を適用する。

3.2 管理基準を満たしている場合（レベル 1：通常管理）

- ▶ 異常（管理基準の逸脱）を早期かつ正確に検知できるよう、適切な頻度と内容の維持管理を実施する。
- ▶ 余裕を持って原水水質の急変に対応するには、水質変動の早期把握が重要である。したがっ

* 厚生労働省 web サイト「水安全計画について」を参照
(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/suishitsu/07.html>)

† 各事業体において作成された既存の要綱等

て、降雨等に伴う原水水質の変動が予想される場合は、気象情報や河川水位及びダム放流量等を確認するとともに関係機関等からの情報収集に努める。

3.3 管理基準を逸脱した場合（レベル2～5）

▶ 迅速に、『対応マニュアル』に基づき対応する。（濁度：iii頁、pH値及びアルカリ度：v頁）

- ① まず、事実確認欄に基づく事実確認と現場確認を行う。
- ② 次に対応レベルを判断し、逸脱状況に応じた対応措置を講じる。

表 1 対応レベルと対応措置

対応レベル	主要な対応措置	(参考) 水質異常の概況
レベル1	通常の管理	異常なし
レベル2	監視強化	異常の兆候が認められる（例：濁度の上昇）
レベル3	監視強化、処理強化	処理強化により、対応レベル2以下に抑制できる程度の異常がある
レベル4	監視強化、処理強化、予備水源等の活用、処理水量減量、取水制限	処理能力を超える
レベル5	取水停止、監視強化	処理能力を超え、健康影響が現れる恐れがある

表 2 管理基準一覧表

監視項目	監視地点 (重要管理点)	監視方法	管理基準（レベル2～5は基準逸脱時の対応レベル）				水道水質基準等
			レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	
濁度	取水点	濁度計	A度以下	—	—	C度以下	—
	原水（着水井）	濁度計	A度以下	B度以下	—	C度以下	—
	沈澱処理水	濁度計	—	D度以下	《D度以下》	—	—
	ろ過水	高感度濁度計	—	E度以下	0.1度以下	《0.1度以下》	0.1度以下
	浄水池出口	濁度計	—	—	F度以下	《2度以下》	2度以下
pH値	原水（着水井）	pH計	G～H	—	—	—	—
	薬品混和水	手分析	—	6.6～7.2	《6.6～7.2》	—	—
	沈澱処理水	pH計	—	6.6～7.2	《6.6～7.2》	—	—
	浄水池出口	pH計	—	I～J	5.8～8.6	《5.8～8.6》	5.8～8.6
アルカリ度	原水（着水井）	手分析	K mg/L以上	—	—	—	—
	薬品混和水	手分析	—	10～20mg/L以上	《10～20mg/L以上》	—	—
	沈澱処理水	手分析	—	10～20mg/L以上	《10～20mg/L以上》	—	—

注：《 》付きの管理基準については、継続的に逸脱して改善の見込みがない場合に、当該レベルの対応措置を実施する。

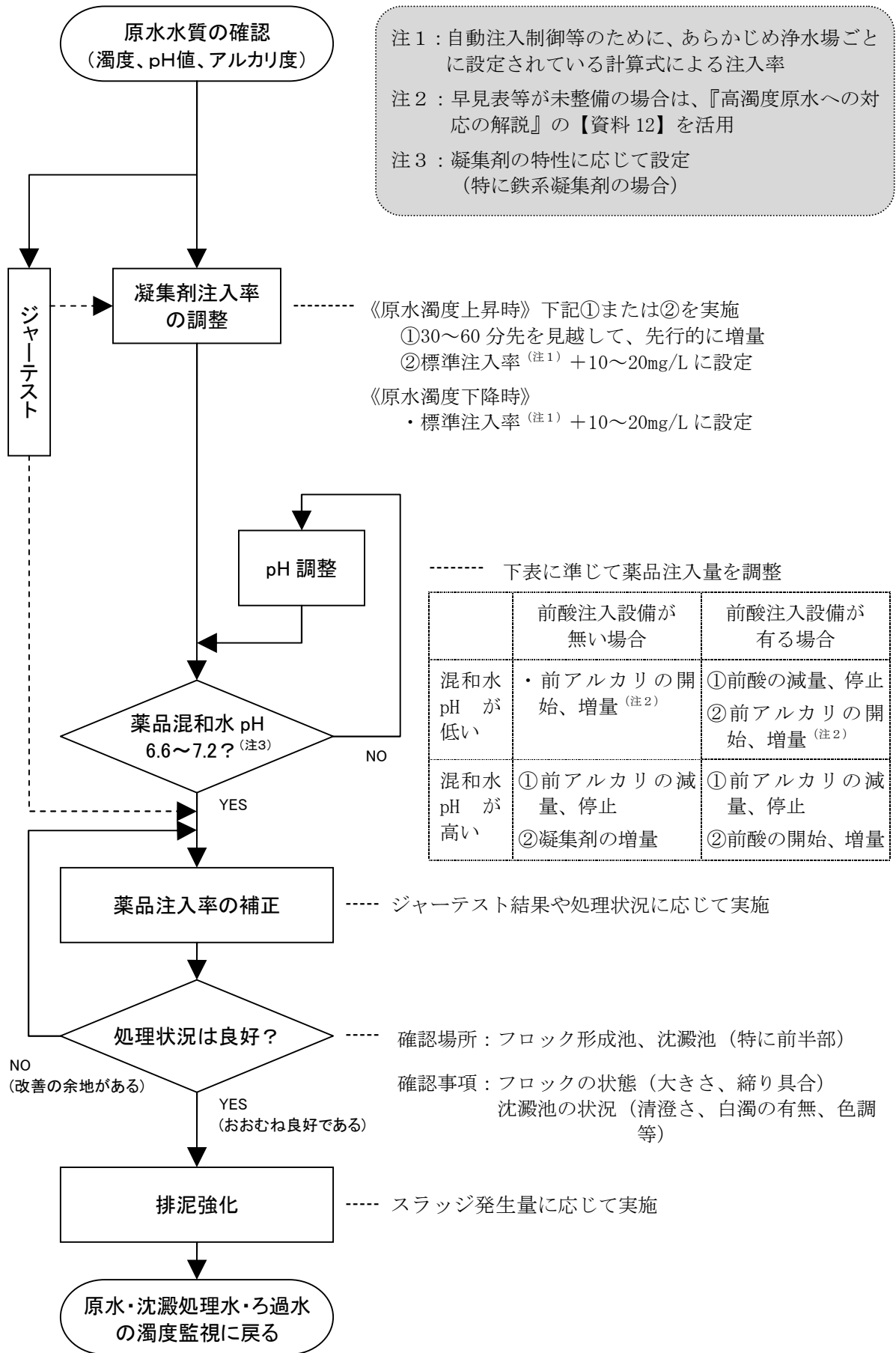
管理基準の設定について

- ✓ A～Kの値は、各浄水場の特性に応じて個別に検討して設定すべき値である。
- ✓ その他は目安の値を記入しているが、これらも各浄水場の状況に応じて変更してよい。
- ✓ 原水濁度に連動して高くなりやすい次の水質項目についても、必要に応じて管理基準を設定する。
 - 色度
 - 有機物
 - アンモニア態窒素、塩素要求量

3.3.1 管理基準逸脱時の対応マニュアル（濁度）

主な逸脱原因	<p>《取水、原水》降雨やダム放流に伴う増水、河川工事・浚渫、代掻き、堆肥の野積み、藻類の流下、返送水水質の異常</p> <p>《沈澱処理水》凝集剤注入不足（設定ミス、制御異常、注入設備故障）、薬品混和水における pH 値やアルカリ度の適正範囲逸脱、攪拌不足（攪拌機故障）、沈澱スラッジの巻き上げ（排泥不足や掻寄機故障等による過堆積）、沈降装置の破損、水温上昇による密度流発生、藻類等による凝集不良</p> <p>《ろ過水》ろ層の異常（不陸、ろ材流出等）、ろ過池洗浄不良、長時間のろ過継続、二段凝集注入設備の異常、藻類の漏出</p> <p>《浄水池出口》沈澱物の流出、内面異常（塗装剥離、内壁破損）、急激な水量水圧変動</p>	
事実確認	<p>① 水質計器や施設の調整・清掃による逸脱でないかを確認（調整等が原因の場合は動向観察）</p> <p>② 次に、手分析とのクロスチェックにより水質計器異常の有無を確認（有の場合は調整のうえ動向観察。ただし制御異常が生じている場合は、下記③を実施）</p> <p>③ 上記のいずれにも該当しない場合は、原因を想定し、表 2 に基づき対応レベルを判断する。</p>	
対応措置	レベル 2	<p>取水又は原水：A 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> 監視強化 ^{注2)}</p> <p><input type="checkbox"/> 浄水処理量の増量 → 配水池等への浄水貯留（レベル 3 までに予想される時間余裕に応じて実施）</p>
	レベル 3	<p>原水：B 度超過 又は 沈澱処理水：D 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> 技術管理者への報告</p> <p><input type="checkbox"/> 施設確認（薬注設備、攪拌機、掻寄機、沈降装置等）</p> <p><input type="checkbox"/> 監視強化 ^{注2)}</p> <p><input type="checkbox"/> 凝集沈澱の強化（次頁の対応フローに基づき実施。高濁度原水時は迅速に実施）</p> <p><input type="checkbox"/> ピークカット（配水池水位に余裕がある場合）</p>
		<p>ろ過水：E 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> 技術管理者への報告</p> <p><input type="checkbox"/> 施設確認（ろ層、洗浄設備、二段凝集設備等）</p> <p><input type="checkbox"/> 監視強化 ^{注2)}</p> <p><input type="checkbox"/> 二段凝集の注入率強化</p> <p><input type="checkbox"/> ろ過速度の調整</p> <p><input type="checkbox"/> ろ過池洗浄</p>
	レベル 4	<p>沈澱処理水：D 度超過の継続</p> <p><input type="checkbox"/> 処理水量の減量、取水制限（+レベル 3 対応の継続）</p>
		<p>ろ過水：0.1 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> ろ過速度の調整、取水制限（+レベル 3 対応の継続）</p>
		<p>浄水池出口：F 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> 浄水池清掃、内面補修等</p>
	レベル 5	<p>取水又は原水：C 度超過</p> <p><input type="checkbox"/> 取水停止 → 送水停止</p>
		<p>ろ過水：0.1 度超過の継続</p> <p><input type="checkbox"/> 取水停止 ^{注3)} → 送水停止 ^{注3)}</p>
		<p>浄水池出口：2 度超過の継続</p> <p><input type="checkbox"/> 送水停止 → 取水停止</p>
<p>注 1) 下線付きの対応措置の実施は、水道技術管理者が判断する。</p> <p>注 2) 監視強化は次の内容について、できるだけ頻繁に実施する。</p> <p>① 原水と各工程処理水の水質確認と経時変化把握（濁度、pH 値、アルカリ度、電気伝導率）</p> <p>② 気象情報や河川水位、水源水質の確認と河川管理者等との情報交換（高濁度原水の場合）</p> <p>③ 現場確認（薬品注入量の実測、ブロックの状態、沈澱池の状況、取水口の状況）</p> <p>④ 水質計器の保守（手分析値とのクロスチェック、計測レンジの切替、校正）</p> <p>注 3) 断水が懸念される場合、断水等による影響も考慮の上、関係機関と相談して対応を検討・判断する。</p>		

3.3.2 凝集沈澱強化の対応フロー



3.3.3 管理基準逸脱時の対応マニュアル (pH 値、アルカリ度)

主な逸脱原因	《取水、原水》高 pH 値：藻類の繁殖（貯水池、取水堰等の滞水域（濁水により助長される）） 低アルカリ度、低 pH 値：降雨、雪解け 《薬品混和水、沈澱処理水》凝集剤や pH 調整剤（前酸、前アルカリ）の注入異常（設定ミス、 制御異常、注入設備故障）、攪拌不足（攪拌機故障） 《浄水池出口》二段凝集や後アルカリの注入異常（設定ミス、制御異常、注入設備故障）				
事実確認	① 水質計器や施設の調整・清掃による逸脱でないかを確認（調整等が原因の場合は動向観察） ② 次に、手分析とのクロスチェックにより水質計器異常の有無を確認 （有の場合は調整のうえ動向観察。ただし制御異常が生じている場合は、下記③を実施） ③ 上記のいずれにも該当しない場合は、原因を想定し、表 2 に基づき対応レベルを判断する。				
対応措置	レベル 2	原水 pH 値：G～H を逸脱 又は 原水アルカリ度：K mg/L 未満	<input type="checkbox"/> 監視強化 <small>注 2)</small>		
	レベル 3	薬品混和水（又は沈澱処理水）において、次のいずれかに該当 ・ pH 値：6.6～7.2 を逸脱 ・ アルカリ度：10～20mg/L 未満	<input type="checkbox"/> 施設確認（薬注設備、攪拌機等） <input type="checkbox"/> 監視強化 <small>注 2)</small> <input type="checkbox"/> pH 調整の強化 <small>注 3)</small> （高濁度原水時は迅速に実施）		
		浄水 pH 値：I～J を逸脱	<input type="checkbox"/> 施設確認（薬注設備、攪拌機等） <input type="checkbox"/> 監視強化 <small>注 2)</small> <input type="checkbox"/> pH 調整の強化 <small>注 3)</small>		
	レベル 4	薬品混和水（又は沈澱処理水）において、次のいずれかに該当 ・ pH 値：6.6～7.2 の逸脱が継続 ・ アルカリ度：10～20mg/L 未満の継続	<input type="checkbox"/> <u>取水制限</u> （+レベル 3 対応の継続）		
		浄水 pH 値：5.8～8.6 を逸脱	<input type="checkbox"/> <u>取水制限</u> （+レベル 3 対応の継続）		
	レベル 5	浄水 pH 値：5.8～8.6 の逸脱が継続	<input type="checkbox"/> <u>送水停止</u> → <u>取水停止</u>		
注 1) 下線付きの対応措置の実施は、水道技術管理者が判断する。 注 2) 監視強化は次の内容について実施する。 ① 原水と各工程処理水の水質確認と経時変化把握（pH 値、アルカリ度） ② 現場確認（薬品注入量の実測、フロックの状態、沈澱池の状況） ③ 水質計器の保守（手分析値とのクロスチェック、校正） 注 3) pH 調整の強化は、下表に準じて薬品注入量を調整。					
		(a) 薬品混和水（又は沈澱処理水）の異常		(b) 浄水の異常	
		前酸注入設備が 無い場合	前酸注入設備が 有る場合	後アルカリ注入 設備が無い場合	後アルカリ注入 設備が有る場合
pH 値、 アルカリ度 が低い	・ 前アルカリの 開始、増量	①前酸の減量、停止※ ②前アルカリの開始、 増量	・ 薬品混和水の pH 値を調整	①後アルカリの 開始、増量 ②薬品混和水の pH 値を調整	
pH 値 が高い	①前アルカリの 減量、停止 ②凝集剤の増量	①前アルカリの減量、 停止 ②前酸の開始・増量	・ 薬品混和水の pH 値を調整	①後アルカリの 減量、停止 ②薬品混和水の pH 値を調整	
※炭酸ガスの場合は、減量・停止してもアルカリ度は上昇しない（pH 値は上昇する）					

4. 困ったときにお読みください（トラブルシューティング）

工程	状況	No.	想定される原因	高濁 ¹⁾	対応	
原水	濁度計が同じ値を示し続ける	1	濁度計の故障	☆	手分析による水質監視、計器修繕	
		2	計測範囲を上回る濁度上昇	★	①計測レンジの切替、校正 ②手分析による水質監視	
凝集	フロックが少なく、濁っている（原水同様の濁り）	3	凝集剤の注入不足（設定ミス、注入機故障、注入配管の閉塞、注入能力の限界等）	★	①設備の確認 ²⁾ ②凝集剤の増量 ③処理水量減による注入率増加	
		4	薬品混和後の pH 値が低い、又はアルカリ度が低い	★	①設備の確認 ²⁾ ②前アルカリの注入、増量（注入過剰に注意）	
		5	薬品混和後の pH 値とアルカリ度が高い（前アルカリの注入過剰）	★	①設備の確認 ²⁾ ②前アルカリの減量	
	フロックの出来が悪い	フロックが少なく、濁っている（白濁している）	6	薬品混和後の pH 値が高い	☆	①設備の確認 ²⁾ ②前酸の注入、増量（酸注入設備が無い場合は、凝集剤を増量）
			7	薬品混和後の pH 値がやや低い、又はアルカリ度がやや低い	★	①設備の確認 ²⁾ ②前アルカリの注入、増量（注入過剰に注意）
			8	薬品混和後の pH 値がやや高い	☆	①設備の確認 ²⁾ ②前酸の注入、増量（酸注入設備が無い場合は、凝集剤を増量）
		9	原水に微細な粒子が多い（高濁ピーク後の原水濁度低下時、藻類増殖時）	★	凝集剤の増量	
		10	攪拌強度が小さい、又は大きい	☆	①原因把握 ³⁾ ②設備の確認 ²⁾ ③攪拌強度の調整	
		11	低水温による凝集不良	☆	凝集剤の増量	
		12	凝集剤の注入過剰	☆	①設備の確認 ²⁾ ②凝集剤の減量（ただし原水濁度が低い場合、多少の注入過剰はやむを得ない）	
	大きさにムラがある	13	凝集用薬品の注入量不安定	☆	設備の確認 ²⁾ ・調整	
		14	薬品混和池内での短絡流の存在		構造の改善（阻流板の設置等）	
		15	攪拌の不均一	☆	設備の確認 ²⁾ ・調整	
	系列によりフロックの出来が違う	16	凝集用薬品の分配不均等		注入位置の改善	
		17	水量分配の不均等		①弁や扉開度の調整 ②構造の改善	
ジャーテストの結果よりも多くの凝集剤が必要である	18	処理条件の不均等 ⁴⁾ （No.13～17 参照）		No.13～17 に準じて実施（著しく多く必要とする場合）		
	19	不適切なジャーテスト条件	★	ジャーテスト条件の最適化		

- 1) ★：原水高濁度時に起こりやすい ☆：原水高濁度時にも起こり得る設備故障等 無印：主に構造上の問題
2) 設定ミスや破損・故障の有無を確認するものであり、薬品注入設備の場合は計装機器（制御システム、水質計器）も含む。
3) 実施設の薬品混和水やフロック形成水を採取し、ジャーテスターで緩速攪拌を行った結果により判断する。
 フロックが成長した場合　：実施設は攪拌不足
 フロックが成長しない場合　：実施設は攪拌過剰（フロックの破壊が進んでいることを意味する）
4) 条件の悪い水塊に対して所要量の凝集剤を注入すると、全体に対しては凝集剤の量が多くなる

工程	状況	No.	想定される原因	高濁 ¹⁾	対応
沈澱	沈澱処理水濁度が高い	原水同様の濁り	20 凝集剤の注入不足 (No.3 参照)	★	No.3 に準じて実施
		沈澱池が白濁	21 pH 値やアルカリ度の調整失敗 (No.4～6 参照)	★	No.4～6 に準じて実施
		微細なフロックが多く沈降性が悪い	22 ・ pH 値やアルカリ度の調整不良 (No.7～8 参照) ・ 原水水質変化に対する凝集剤注入不足 (No.9 参照) ・ 不適切な攪拌強度 (No.10 参照)	★	No.7～10 に準じて実施
		大きなフロックはあるが、あまり清澄感がない	23 凝集剤の注入過剰による膨潤・脆弱なフロックの形成 (No.12 参照)	☆	No.12 に準じて実施
			24 凝集条件の不均衡によるムラ (No.13～15 参照)	☆	No.13～15 に準じて実施
		フロックがキャリーオーバーしている	25 短絡流の発生 (特に傾斜板 (管) 式沈澱池における沈降装置外の短絡)		①阻流板や阻流壁、整流壁の設置・改良 ②取り出し設備の改良
			26 沈降装置へのフロック堆積や閉塞 (特に前塩素処理を抑えている場合)		沈降装置の洗浄
		27 表面負荷率の過大		沈降装置 (傾斜板等) の設置、増設	
		28 横流式沈澱池における密度流の発生 (終端付近の底部よりフロックが上昇)	★	①沈澱池への負荷の軽減 (処理水量の軽減 (取水制限)) ②覆蓋設置 (水温密度流の場合)	
		29 掻寄機によるスラッジ巻き上げ (掻寄機の運転時に濁度が上昇)	★	①掻寄速度の減速 ②排泥促進	
		30 スラッジの過堆積	★	排泥促進	
		31 沈降装置の破損	☆	装置修繕	
		32 高速凝集沈澱池における、スラリー濃度やスラリー界面の上昇	★	排泥促進	
		33 高速凝集沈澱池における、吹送流や太陽放射熱による局所的なスラリー上昇	☆	①防風ネットの設置 (吹送流の場合) ②覆蓋設置 (太陽放射熱の場合)	
		以上に該当しない	34 濁度計の故障	☆	手分析による水質監視、計器修繕
沈澱処理水濁度の上昇が収まらない	35 対応限界の超過	★	①処理水量の減量 ²⁾ (取水制限) ②取水停止 ³⁾		
ろ過 (その1)	ろ過水濁度が高い (その1)	一時的であり、すぐに収まる	36 ろ過池洗浄後の初期漏出		①洗浄スロウダウンの実施 ②洗浄後スロースタートの実施 ③捨水の実施
			37 付着物の剥離	☆	サンプリング配管の洗浄
		以前と比べて高くなった (高くなりやすくなった)	38 藻類 (原水水質変化) による沈澱処理水濁度の上昇 (No.9 参照)		①沈澱処理水濁度の改善 (No.9 に準じて実施) ②二段凝集の実施
			39 洗浄不足		①洗浄設備の確認・調整 ②洗浄強度の強化
40 ろ層厚の減少、不陸、ろ過砂や砂利の汚染		ろ過砂の補充、更生			

1) ★：原水高濁度時に起こりやすい ☆：原水高濁度時にも起こり得る設備故障等
無印：主に日頃の運転方法や構造上の問題

2) 次のような利点があるため処理効果の改善・安定を期待できる。

・より高い薬品注入率を設定できる ・沈澱池やろ過池への負荷を軽減できる ・スラッジ発生量が減る
また、取水停止であれば停止・再開時に発生しやすいトラブルを回避できる効果もある。

3) 状況に応じて、配水系統の変更や給水停止・応急給水を実施する。

工程	状況		No.	想定される原因	高濁 ¹⁾	対応
ろ過 (その2)	ろ過水濁度が高い ②	時間とともに上昇している	41	沈澱処理水濁度の上昇 (No.20~34 参照)	★	①沈澱処理水濁度の改善 (No.20~34 に準じて実施) ②二段凝集の実施 ③ろ過池洗浄の実施
			42	長時間のろ過継続		①ろ過池洗浄の実施 ②ろ過池洗浄間隔の短縮
		43	濁度計の故障	☆	手分析による水質監視、計器修繕	
		ろ過水濁度の上昇が収まらない	44	対応限界の超過	★	①処理水量の減量 ²⁾ (取水制限) ②取水停止 ³⁾
		ろ過水濁度を0.1度以下に管理できなくなった	45	対応限界を超えた運転の継続	★	取水停止 ^{3), 4)}
	ろ過抵抗が上昇しやすい	以前と比べて上昇しやすくなった	46	ろ過閉塞を起こす藻類の発生		①ろ過池洗浄間隔の短縮 ②ろ層の複層化(アンスラサイトの敷き込み)
			47	二段凝集の注入過剰		①設備の確認 ⁵⁾ ②凝集剤の減量
			48	洗浄不足		①洗浄設備の確認・調整 ②洗浄強度の強化
			49	洗浄に伴うろ材の破砕、微細化 (特にアンスラサイト)		①表面の削り取り ②洗浄強度の緩和
			50	固着物等によるろ材の劣化、汚染		①ろ材の更生、交換
			51	水量分配の不均衡(池によるろ過抵抗の差異が大きい場合)		①弁や扉開度の調整 ②構造の改善
			52	浄水弁の異常 (自然平衡型以外の型式の場合)	☆	設備の確認 ⁵⁾ ・調整
		時間とともに上昇が速くなっている	53	沈澱処理水濁度の上昇 (No.20~34 参照)	★	①沈澱処理水濁度の改善 (No.20~34 に準じて実施) ②ろ過池洗浄の実施
	54		対応限界の超過	★	①処理水量の減量 ²⁾ (取水制限) ②取水停止 ³⁾	
排水処理	排泥池や濃縮槽からスラッジが溢れそうである	55	スラッジ処理の遅滞	★	①脱水機の運転延長 ②天日乾燥床への移送	
		56	計画量を超えるスラッジの発生 (対応限界の超過)	★	①処理水量の減量 ²⁾ (取水制限) ②取水停止 ³⁾ ③可搬式脱水機による処理	

1) ★：原水高濁度時に起こりやすい ☆：原水高濁度時にも起こり得る設備故障等
無印：主に日頃の運転方法や構造上の問題

2) 次のような利点があるため処理効果の改善・安定を期待できる。

・より高い薬品注入率を設定できる ・沈澱池やろ過池への負荷を軽減できる ・スラッジ発生量が減る
また、取水停止であれば停止・再開時に発生しやすいトラブルを回避できる効果もある。

3) 状況に応じて、配水系統の変更や給水停止・応急給水を実施する。

4) 断水が懸念される場合、断水等による影響も考慮の上、関係機関と相談して対応を検討・判断する。

5) 設定ミスや破損・故障の有無を確認するものであり、計装機器(制御システム、水質計器)も含む。

高濁度原水への対応のポイント

－ 目 次 －

高濁度原水への対応のポイント【水道技術管理者】

高濁度原水への対応のポイント【現場実務者】

高濁度原水への対応のポイント【水道技術管理者】

水道技術 管理者の 責務

- ①清浄かつ安全な水道水の供給：責任を持って技術的判断の全てを行う
- ②給水の緊急停止：水道水が健康を害するおそれがある場合に実施
(外部委託を実施している場合でも、需要者に対する責任は水道事業者にある)

《まず実施すべきこと》

1. 事象事例から学ぶ教訓 --- [1.3章 (p6) 参照]

- ✓ 対応が遅れて高濁度水により浄水施設を汚染させてしまうと、復旧作業のために断水が長期化する。その結果、住民生活に大きな混乱をもたらし、地域産業や経済にも大きな損失を与えることになる。

2. 対応の基本要件の再認識 --- [2章 (p8) 参照]

- ✓ 高濁度原水への基本対応フローは図1のとおりである。事故の影響を最小限に抑えるためには、マニュアル整備等の『事前対応』と『日常管理』が極めて重要である。

3. 水道システムや管理状況の評価と改善

--- [4.1章 (p18) 及び4.2章 (p22) 参照]

- ✓ チェックシート（資料 3、資料 4 参照）を用いて、水道システムや管理の現状を評価する。
- ✓ 不十分あるいは不適切な事項や見直しの余地がある事項については、改善する。

- 推奨事項**
- 二段凝集の採用
 - 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の操作時機の見直し
 - 超高塩基度 PAC の使用（アルカリ度不足に苦慮している場合）

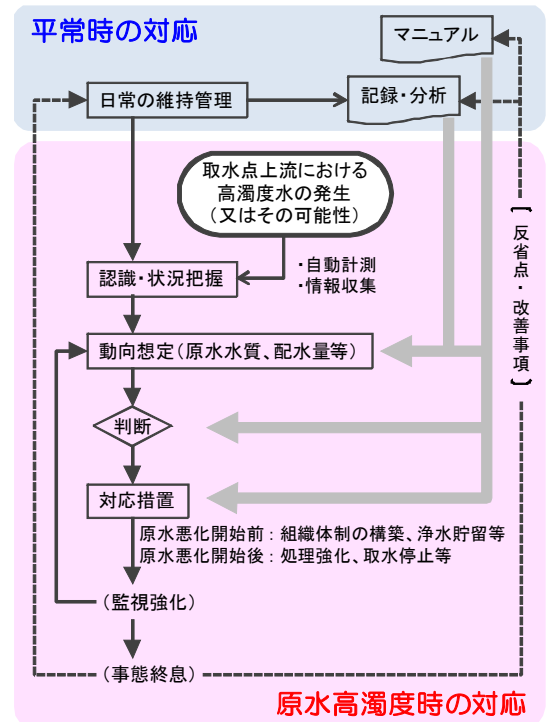


図1 基本対応フロー

《日常的に実施すべきこと》

- ✓ 日常の管理状況（4.3章 (p25) 参照）を点検し、職員を監督する。
- ✓ 高濁度原水の発生時を想定した対応訓練を実施する。
- ✓ 他の水道事業者や関係機関との情報ネットワークを構築し、情報を交換する。

《高濁度原水が発生した時の対応》

✓ 高濁度原水に起因する事故の未然防止あるいは拡大防止のために、水道技術管理者としての判断を下す。

1. ろ過水を濁らせないために（事故の未然防止に向けた判断）

✓ 次のような局面では、取水制限・停止を検討し、判断する。

- (1) 原水濁度が取水停止の管理基準を超過した場合 --- [4.1章(4) (p18) 参照]
- (2) ピークカットにより回避したい場合 --- [5.2章 (p31) 参照]
- (3) 浄水処理が困難となった場合 --- [5.3章(5)及び(8) (p33) 参照]

2. 事態の長期化により断水が懸念される場合 --- [5.4章 (p37) 参照]

✓ 濁度が安定的に 0.1 度を下回ったろ過水を供給できない場合は、給水継続で懸念されるクリプトスポリジウムに係るリスクと断水による影響の双方を考慮の上、関係機関と相談して対応を検討・判断する。

3. ろ過水が濁った場合（事故の拡大防止に向けた判断） --- [5.5章 (p39) 参照]

✓ ろ過水濁度が継続的に 0.1 度を超過する場合は、汚染拡大防止のために、まず取水及び送水を緊急停止して、その後の対応を関係機関に相談の上、判断する。

《事態が終息した後の対応》 --- [6章 (p40) 参照]

- 必要に応じてマニュアル等を改訂
- 取水停止や断水の懸念等が多発する場合は、施設整備等による対応を検討
- 特定の原因により高濁度原水が発生する場合は、関係機関と調整し改善策を検討

《知っておくべき基本事項》 --- [3章 (p10) 参照]

- 急速ろ過方式における凝集沈殿の重要性
- ろ過水濁度を 0.1 度以下に管理することの意味
- 降雨に伴う水質変動と浄水処理への影響
- ピークカットの意義
- 原水水質変動の早期検知・予測の重要性

高濁度原水に対して適切に対応するためには、これらの事項を知っておく必要がある。

高濁度原水への対応のポイント【現場実務者】

《高濁度原水への対応方法》

1. 原水濁度の上昇に備えた準備 --- [5.1章 (p28) 参照]

- (ア) 凝集剤注入率の先行増量*
 - (イ) 二段凝集の開始
 - (ウ) 処理水量の増量による、配水池等への浄水の貯留
 - (エ) ろ過池洗浄の先行実施
 - (オ) 排水処理量の増量による、スラッジ貯留容量の確保
- } 時間余裕に
応じて実施

(原水濁度の上昇開始)

(水道技術管理者による判断)

2. ピークカットによる回避 --- [5.2章 (p31) 参照]

- ✓ 適切な方法による取水停止作業の実施

3. 浄水処理の強化 --- [5.3章 (p33) 参照]

(ア) 凝集沈澱の強化 (薬品注入率の操作) --- [濁度管理マニュアル：3.3.2章も参照]

- ① 凝集剤注入率の設定 (7.3.2章(1)及び(2) (p54) 参照)
 - ✓ 原水濁度の上昇に先行して増量*、原水濁度の下降より遅らせて減量*
 - ✓ 注入不足に注意 (特に、原水濁度の上昇が急激な場合)
 - ✓ 色度が共存する場合は、より多くの凝集剤が必要
 - ✓ 早見表等を活用
- ② アルカリ剤注入率の設定 (7.3.2章(3) (p59) 参照)
 - ✓ 注入過剰に注意
 - ✓ 早見表等を活用
- ③ ジャーテストの実施 (7.3.2章(5) (p61) 参照)
 - ✓ 結果に応じて、薬品注入率 (上記①・②) を修正

(イ) 沈澱池排泥の強化

※ 上昇期：30～60分先の原水濁度を見越して設定 下降期：30～60分程度遅らせて設定
(原水濁度を予想できない場合：濁度に応じた凝集剤注入率よりも10～20mg/L多く注入)

厳禁 改善見込みもなく、ろ過水濁度が0.1度を超過したまま処理を続けてはならない

監視強化

- (ア) 気象情報（雨量等）や河川流量・水位
- (イ) 水源（原水）浄水の水質（濁度、pH値、アルカリ度）
- (ウ) 沈澱処理水・ろ過水濁度の監視：特に重要
- (エ) 自動計器については測定レンジの切替（原水濁度計）と、手分析とのクロスチェックを実施
- (エ) 目視による現場確認（薬品注入量の実測、フロックの状態、沈澱池の状況）

《対応にあたっての心得》

- ☞ あわてないこと
- ☞ 思い込みや勝手な推測は慎むこと（正確なデータに基づき判断する）
- ☞ 浄水処理で無理をしないこと（処理能力には限界がある）

《日常的に実施すべきこと》 --- [4.3章 (p25) 参照]

- 浄水施設各工程の水質測定と目視等による処理状況の確認
- 設備等の保守点検
- 運転管理日報等の記録や分析・評価
- ジャーテスト

《事態が終息した後の対応》 --- [6章 (p40) 参照]

- 対応記録の整理
- 効果的対応や改善余地、反省点の抽出

《知っておくべき基本事項》 --- [3章 (p10) 参照]

- ✓ 高濁度原水に対して適切に対応するためには、以下の事項を知っておく必要がある。
 - 急速ろ過方式における凝集沈澱の重要性
 - ろ過水濁度を0.1度以下に管理することの意味
 - 降雨に伴う水質変動と浄水処理への影響
 - ピークカットの意義
 - 原水水質変動の早期検知・予測の重要性
 - 日常の維持管理の重要性

高濁度原水への対応の解説

I	本編	1
II	資料編	67

I 本編

1 . 総説	3
1.1 本書作成の目的	3
1.2 本書作成の方針	4
1.3 適切な対応の必要性	6
1.3.1 事故が拡大した事例の紹介	6
1.3.2 運転管理の外部委託に関して	7
2 . 高濁度原水対応の基本要件と現状評価	8
3 . 基礎知識（降雨に伴う水質変動が浄水処理や給水に及ぼす影響）	10
4 . 事前準備と平常時の対応	18
4.1 事前対応（現有システムや事例の評価、組織体制や対応マニュアル等の整備）	18
4.2 軽微な変更や仮設による対応能力の向上	22
4.3 日常管理の必須要件（事故の影響を最小限に抑えるための備え）	25
5 . 高濁度原水が発生する場合の対応	28
5.1 原水濁度の上昇が予想される場合の対応（上昇開始以降の対応に備えた準備）	28
5.2 原水濁度が上昇を始めてからの対応（その1：ピークカットによる回避）	31
5.3 原水濁度が上昇を始めてからの対応（その2：浄水処理の強化）	33
5.4 事態の長期化により断水が懸念される場合の対応	37
5.5 ろ過水が濁った場合の対応（事故拡大防止のために行動すべきこと）	39
6 . 事態が終息した後の対応（今後に向けた検証や検討）	40
7 . 技術紹介	42
7.1 原水水質変動の早期検知・予測のための情報収集	42
7.2 水質測定	45
7.3 凝集沈澱	50
7.3.1 通常時も含む改善手法	50
7.3.2 高濁度原水発生時の管理手法	54
7.4 二段凝集	63

1. 総説

1.1 本書作成の目的

本書は、主に中小規模の水道事業者において、水道技術管理者等が中心となって高濁度原水への対応方策を検討する際の支援資料として作成した。

【解説】

本書は、次に示す背景や課題を踏まえて作成した（図 1-1 参照）。

- ✓ 水道事業は事業運営に係る様々な課題に直面しており、特に中小水道事業者において問題が深刻になりつつある。
- ✓ 近年の気候変動が水道原水水質に対して及ぼしている幾つかの影響のうち、高濁度原水への対応や凝集不良を課題としている中小水道事業者が多い。（資料 2 参照）

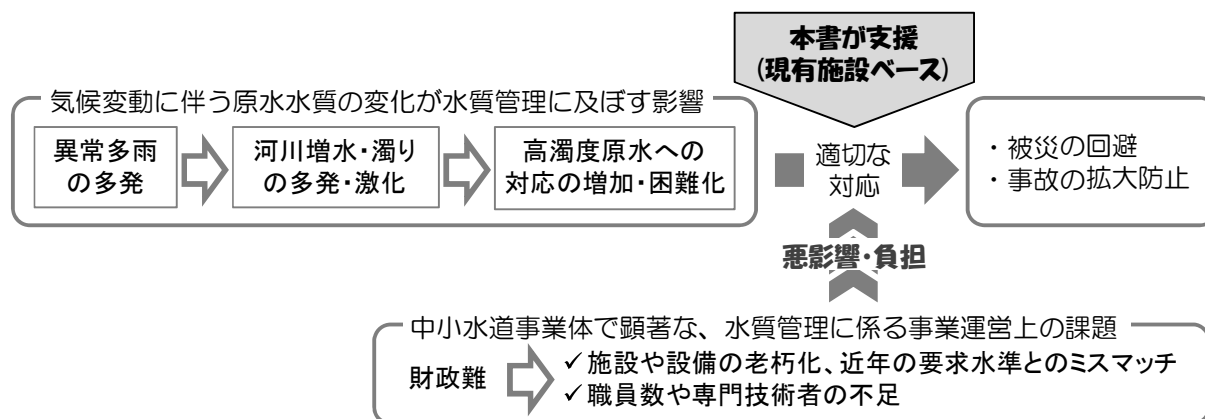


図 1-1 本書作成の背景と目的

1.2 本書作成の方針

- (1) 対象とした水道事業者規模と事象及び浄水場
 規 模：中小水道事業者（運転管理を外部委託している水道事業者も含む）
 事 象：高濁度原水の発生（主に降雨に伴い原水濁度が高くなる事象）
 浄水場：河川表流水を水源とする急速ろ過方式（凝集沈澱＋急速ろ過）の浄水場
 （図 1-2 参照）
- (2) 想定した主な利用者
 水道技術管理者及び浄水場運転管理の統括責任者、現場責任者（各シフトの責任者）
- (3) 本書の内容
- ① 現有水道システムの特性把握と対応方法のマニュアル化の喚起、及び手法の提示
 - ② 簡便な運転操作・変更や設備の仮設程度で実施できる改善策の提示
 - ③ 事故の影響を最小限に抑えるために必須となる、日常管理の内容の提示
 - ④ 実際に高濁度原水が発生した場合の対応方法の提示
 （被災回避あるいは事故拡大防止の手段として、ピークカットを明確に位置付け）
- (4) 想定した主な利用場面
- ① 当該水道システムにおける対応方策の検討
 - ② 施設整備等による対応能力増強の必要性の検討

【解説】

(1) 対象とした水道事業者規模と事象及び浄水場について

- ① 対象とする水道事業者には、水道用水供給事業者と簡易水道事業者を含む。
- ② 水道事業者規模と事象の主たる選定理由は「1.1 本書作成の目的」のとおりであり、多くの中小水道事業者では水質異常や水質事故への対応マニュアルが整備されていないことも背景にある（資料 2 参照）。
- ③ 浄水場等の運転管理を外部委託している水道事業者も含む理由は、「1.3.2 運転管理の外部委託に関して」に後述するとおりである。
- ④ 膜ろ過や緩速ろ過を導入している浄水場は対象として想定していない。その理由は、膜ろ過の場合は、濁質により膜が目詰まりして処理水量が減少することはあっても、浄水が濁る可能性は極めて低いためである（言い換えると、急速ろ過方式で対応が不適切な場合は、その危険性が高くなる）。緩速ろ過は、元来、高濁度原水には適していないためである。

(2) 想定した主な利用者について

- ① 高濁度原水の発生自体は自然現象によるものであるが、高濁度原水への不適切な対応が招く事態は人災である。その責任を負うことになる水道技術管理者及びその補佐にあたる浄水場運転管理の統括責任者を、主たる利用者として想定した。
- ② また、高濁度原水への対応では、実際の発生時だけでなく日頃の管理も重要である。実際

の運転管理に従事する職員のうち、各シフトの現場責任者も利用者として想定した。

(3) 本書の内容について

- ① 本来、河川表流水を原水とする浄水場は、高濁度原水に対する一定の考慮の上に計画・設計されているので、適切な運転管理を行えば、基本的には設計条件内の高濁度原水を継続的に処理することが可能である。したがって、まず、現有的水道システムの特徴を再認識したうえで高濁度原水への対応方法をマニュアル化することが重要であり、本書ではその手法を提示する（4.1 参照）。
- ② さらに高濁度原水への対応能力の向上や安定化を図りたい場合に対しては、簡便な運転操作・変更や設備の仮設程度によって実施できる改善策を提示する（4.2 参照）。抜本的対策については各種技術図書等に委ねることとした。
- ③ 日常の維持管理が不適切であると、高濁度原水への対処を失敗する可能性が極めて高くなるので、日常管理の必須要件を提示する（4.3 参照）。
- ④ 実際に発生した高濁度原水に対しては、状況を踏まえた適切な対応が求められる。本書では、発生が予想される段階から事態の終息までの一連における対応方法を提示する（5～6 参照）。

(4) 想定した主な利用場面について

- ① 当該水道システムの特徴によっては適用できない対応方策があるので、あらかじめ、限界を認識して適用できる対応方策を構築しておくことが肝要であり、その検討段階における利用を想定した。
- ② 本書で提示する対応方策を講じても頻繁に給水への影響が発生するようであれば、本格的な施設整備等により対応能力の増強を図るべきであり、その必要性の裏付け資料としての利用を想定した。

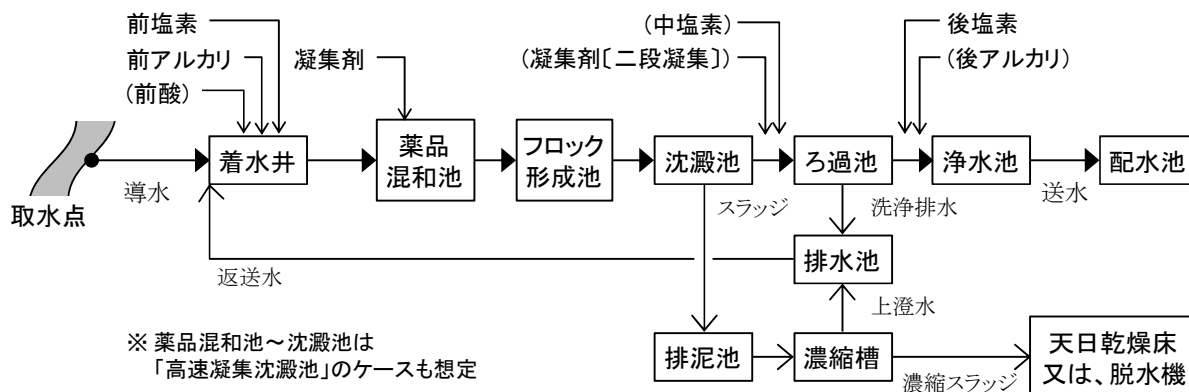


図 1-2 想定した浄水フロー

1.3 適切な対応の必要性

1.3.1 事故が拡大した事例の紹介

濁度を原因とする水質事故は、全国で毎年10～40件発生している。^[1]
 取水停止判断の遅れにより断水が長期化した事例では、住民生活に大きな混乱をもたらしただけでなく、地域の産業や経済にも大きな損失を与えることになった。

【解説】

平成19年6月に北海道の水道事業で起きた断水事故は異常な高濁度原水の発生に端を発するが、断水が長期化した原因は、取水停止の判断が遅れて高濁度水により浄水施設を汚染させたことにあることが、外部有識者による原因調査報告書で指摘されている。^[2]

平成25年7月に山形県の水道用水供給事業で起きた送水停止事故では、土砂崩れ等により大量の土砂が貯水池に流入したため原水水質の回復が極めて遅く、処理水量（送水量）の制限と一部受水団体における断水が長期化した（表1-2参照）。

地域独占事業である給水サービスの長期停止は、医療・消防や水道水を利用する全産業に大打撃を与えることは当然として、水道事業経営にも大きな影響を及ぼす（表1-1参照）。

表 1-1 平成19年6月の断水事故にまつわる様々な数字

- ✓ わずか2.5時間で原水濁度は約15,000度まで上昇した。
 （その7.5時間後には390度に改善した。過去は高くても1,500～2,000度程度[†]）^[2]
- ✓ 約58,000世帯で断水《市内全戸》^[3]
- ✓ 浄水場停止から復旧作業（浄水施設の洗浄、配水池水張り等）を経て全域の通水再開までに約3.5日^[3]
- ✓ 約1億2,700万円におよぶ水道料金の減額措置^[3]《前年度料金収入の約6.1%》

表 1-2 平成25年7月の送水停止事故にまつわる様々な数字

- ✓ 原水の最高濁度は約3,000度であったが、100度以上の状態が26日間も継続した。
 （ダム流入河川の多数箇所です砂崩落等が発生し、貯水池に大量の土砂が流入した。なお、過去20年で1,000度を超過したことが2回あったが、3日後には100度以下に改善している）^[4]
- ✓ 受水団体11団体（6市6町）のうち、半数の6市町で断水した。^[5]
 （残り半数の6市町は自己水源の融通等により断水を回避）
- ✓ 断水は9日間にわたり、ピーク時には約54,000世帯で断水した。^[5]

[†] 当時の濁度計の測定範囲上限が2,000度であり、この値を超過したことは何度かあった。

1.3.2 運転管理の外部委託に関して

浄水場等の運転管理を外部委託している場合でも、水質異常や水質事故への対応方法は水道事業者が積極的かつ主体的に策定する。

【解説】

- ✓ 従来型の業務委託（いわゆる手足業務委託）では、委託業務内容に関する水道法上の責任は水道事業者にある。
- ✓ 第三者委託であっても、給水契約に基づく需要者に対する責任は水道事業者が負っているため、受託者の不適切な業務が原因であっても常時給水義務等の責任が果たされない場合には、水道事業者としての責任を問われることになる。^[6]

2. 高濁度原水対応の基本要件と現状評価

高濁度原水への対応方策の検討に際しては、『何が必要で、何が足りていないか』の認識が欠かせない。したがって、ここでは対応の基本フローと基本要件を示すとともに、本書の利用者が簡単に現状評価できるチェックシートを提示する。

【解説】

詳細は当該水道システムの特性によって異なるものの、高濁度原水への基本対応フローは図 2-1 のとおりであり、その実行に際しては表 2-1 に示す基本要件を満たしていることが求められる。

なお、より具体的には次の視点で管理の現状を点検することも必要である（参考としてチェックシートを資料 3 に示す）。

- 浄水施設の運転状況
- 処理の良否
- 現場における日常管理の内容
- 水質異常時の管理方法
- 基礎情報や履歴の管理

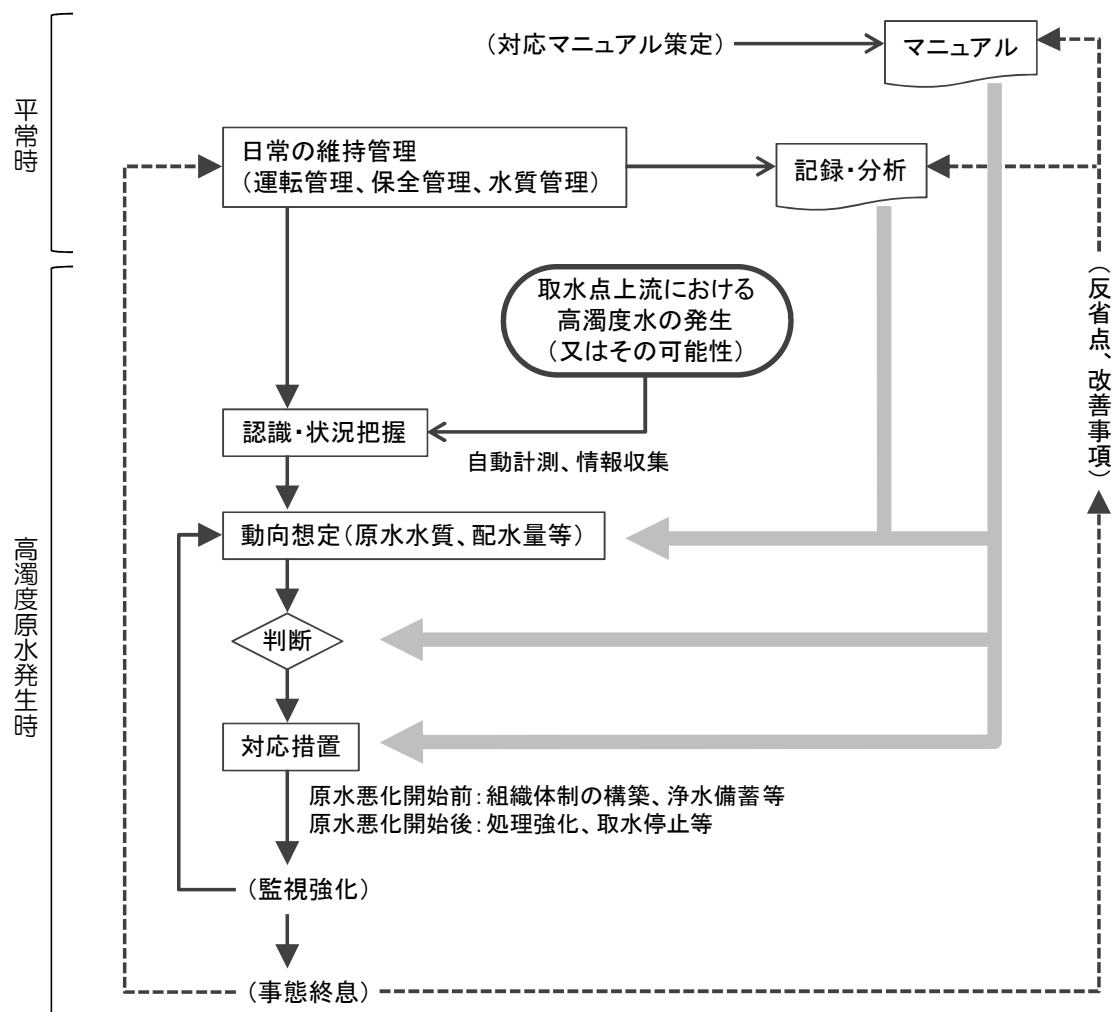


図 2-1 高濁度原水への基本対応フロー

表 2-1 高濁度原水対応の基本要件及び現状評価チェックシート

備えるべき基本要件		現状評価 チェック欄			現状不十分 の場合に 参照する章	(参考) 不備の場合 に想定される状況
項目	具体的内容	①	②	③		
(1) 基礎知識の 習得	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 降雨に伴う水質変動が浄水処理に及ぼす影響を理解している ✓ 高濁度原水への誤った対応が招く事態を理解している 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3章参照	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 対応可能な原水濁度であるのに、浄水処理が破綻する ✗ 基礎知識の欠如により、天災が人災となる
(2) 事前対応	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高濁度原水に対する、当該浄水場の対応限界を把握している（除濁可能な原水水質、排水処理能力等） ✓ 原水がクリプトスポリジウム等により汚染されるおそれ（リスクレベル）を判断している。 ✓ 水質変動・異常の早期検知が可能である（関係機関との連絡体制、水質計器の整備等） ✓ 当該浄水場に水質異常等があった場合の給水方法を確立している（配水系統の変更、取水停止可能時間の把握、応急給水体制・資機材の整備等） ✓ 水質異常の判断基準や対応の指揮系統・業務分担を確立している 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.1章参照	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 高濁度原水により施設が汚染され、復旧作業に長時間を要する ✗ 水道水に起因するクリプトスポリジウム等による感染症発生リスクが高まる ✗ 体制・準備が整う前に対応せざるを得なくなる ✗ 回避できたはずの断水が発生する、応急給水も行えない ✗ 主観で判断を誤る、現場が混乱する
(3) 日常管理	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 浄水施設や配水施設の運転管理状況を記録し、目視確認も行っている ✓ 計器の点検・校正を適切な頻度で実施している ✓ 交代勤務の引き継ぎを確実に実施している 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.3章参照	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 物差しがないので、異常を異常として認識できない ✗ 誤った情報で判断する ✗ 情報が共有されず、対応が後手になる
(4) 発生が予想される場合及び発生時の適切な対応	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高濁度原水の取水点流達までに、さまざまな準備ができています（職員の招集、配水池への浄水貯留等） ✓ 現状の対応は、技術的な裏付けをもとに実行している。 ✓ 臨機応変に対応しつつも、マニュアル等に基づき組織的に対応できている 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5章～ 6章参照	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 準備不足や場当たりの対応により、事故が拡大する

【現状評価の選択肢】 ①：かなりできている ②：多少はできている ③：ほとんどできていない

3. 基礎知識（降雨に伴う水質変動が浄水処理や給水に及ぼす影響）

高濁度原水に対して適切に対応するため、少なくとも以下の事項は知っておく必要がある。

- (1) 急速ろ過方式（凝集沈澱＋急速ろ過）による処理の良否は、凝集沈澱が鍵を握る。
- (2) クリプトスポリジウム等による感染症発生の未然防止のため、ろ過水濁度は0.1度以下に管理する。
- (3) 高濁度原水に対して必要となる浄水管理は凝集剤注入にとどまらない。その他薬品（アルカリ剤、塩素剤）の注入や増大するスラッジの処理等の管理も不可欠である。
- (4) 降雨に伴う高濁度原水は一過性の現象であり、無理せず取水を減らす、あるいは止める（ピークカット）ことは賢明な対応である。この判断を誤ると水道施設が濁水で汚染され、復旧作業（洗浄）に伴う断水等の給水影響が大きくなる。
- (5) 高濁度原水が予想される場合や実際に見舞われた場合は、業務量が確実に増加する。したがって状況に応じた準備や体制強化が不可欠であり、そのためには原水水質変動の早期検知・予想が肝要である。
- (6) やむを得ず給水を停止する場合、配水池等の水位を下げすぎてはならない。下げすぎると沈澱物がまきあがり、第(4)項同様に洗浄作業が発生する。
- (7) 日常の維持管理を怠っていると異常時に適切に対応することはできない。正常な状態を知らなければ異常は認識できない。

【解説】

(1) 凝集沈澱について

- ✓ 沈澱処理水濁度の上昇が続くと、ろ過水濁度の上昇を招く。また、ろ過池の洗浄間隔が短くなり、やがて洗浄作業が追いつかずろ過不能に陥る。
- ✓ 急速ろ過を安定的に続けるには、日頃の沈澱処理水濁度は1度以下に管理し、数百度～数千度におよぶ高濁度原水が発生した場合でも、2度程度を目標にする。

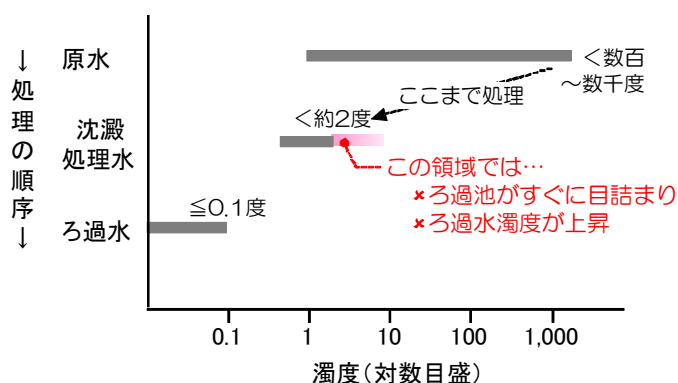


図 3-1 各浄水工程の濁度

- ✓ 凝集沈澱とは『凝集剤の注入・攪拌により良質なフロックを作り、それを沈めて清澄な水を得ること』であり、そのための要件は以下のとおりである。
 - ① 原水水質に対して凝集剤の注入率が適切である

（通常時：多すぎず少なすぎず、高濁度時：少し多いくらいに → 図 3-2 参照）

② アルカリ度が十分にある

（凝集剤で消費されるので、不足する場合はアルカリ剤を補給 → 図 3-3 参照）

③ 凝集 pH 値が適切である（7.0 よりやや低いくらいが最適 → 図 3-4 参照）

④ 凝集用薬品の注入順序や場所が適切であり、水中で均一に混ざる

⑤ フロック形成の攪拌強度・時間が適切である（十分な時間で、強すぎず弱すぎず）

⑥ 沈澱池の流速が速すぎない（時間をかけるほど、よく沈む）

⑦ 沈澱池にスラッジを溜めこまない

（まき上げないため、スラッジで水深を浅くしないため）

✓ わが国で主流の凝集剤（PAC、硫酸ばんど）の主成分はアルミニウムであり、凝集 pH 値が不適切であると凝集不良となり、濁質と共に懸濁態アルミニウムがろ過水に漏出して来る。また、pH 値が高く、かつ水温が高いと溶解性アルミニウム濃度が上昇するため、ろ過水に残留する総アルミニウム濃度は更に高くなり、水道水質基準値を超過するおそれが高まる。この点からも凝集 pH 値の適切な管理が求められる。

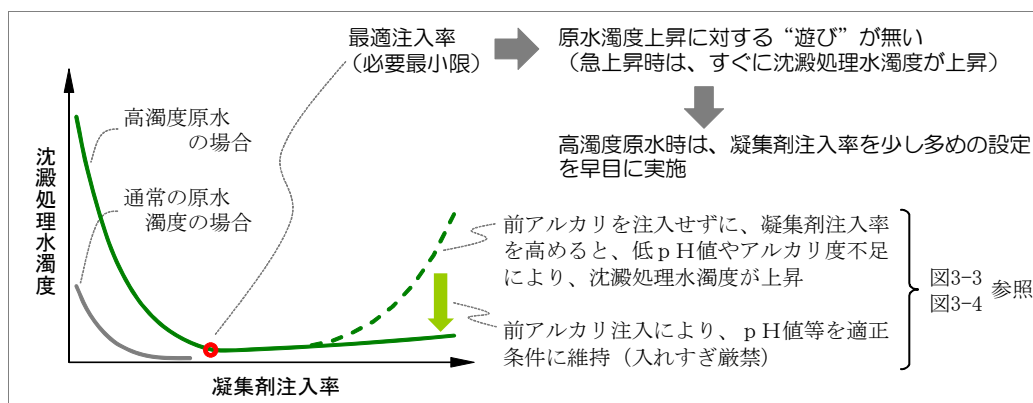


図 3-2 凝集剤注入率と沈澱処理水濁度の関係（概念図）

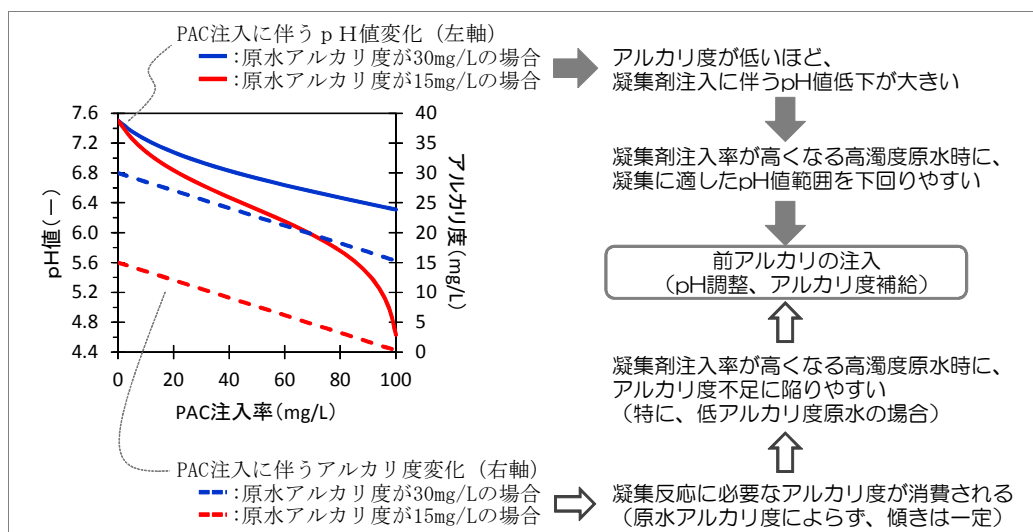


図 3-3 凝集剤（PAC）注入に伴う pH 値やアルカリ度の変化

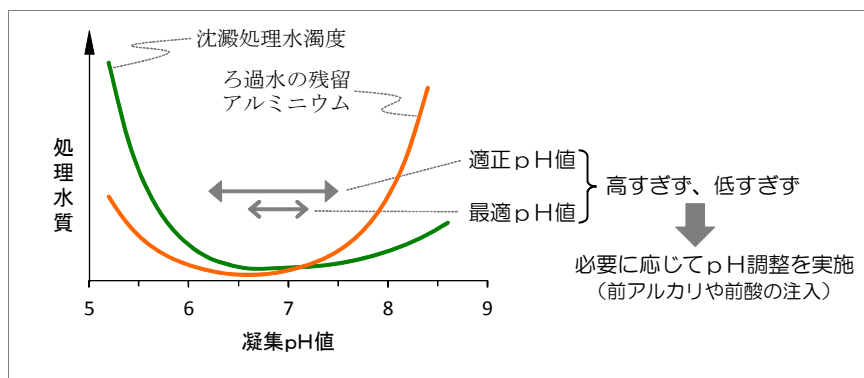


図 3-4 凝集 pH 値と処理水質の関係（概念図）

(2) ろ過水等の濁度管理について

- ✓ 河川表流水を原水とする浄水場は、原水がクリプトスポリジウム等に汚染されるおそれが高い。したがって、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」^[7]に基づき、ろ過水濁度は 0.1 度以下に管理する。
- ✓ 継続的にろ過水濁度が 0.1 度を超過する場合、給水継続で懸念されるクリプトスポリジウムに係るリスクと断水による影響の双方を考慮の上、関係機関と相談して対応を検討・判断する（5.4(1)、5.5 参照）。

(3) 高濁度原水に対する浄水管理について（降雨に伴う水質変動と浄水処理への影響）

- ✓ 降雨に伴う水質変動と浄水処理への影響を表 3-2 に要約し、併せて経時変化を模式化して図 3-5 に示す。
- ✓ 前述のとおり、凝集では pH 値とアルカリ度の管理が必須である。具体的には表 3-1 の①に示す適正条件の維持であり、逸脱すると凝集不良が生じる。なお、これらの項目は降雨時に原水濃度が低下するうえ、凝集剤注入によっても低下するので、高濁度原水に対して凝集剤注入率を増やしている状況では、適正条件を下回りやすい。よって高濁度時は pH 値とアルカリ度の監視も強化し、不足する場合は前アルカリ処理を開始（あるいは増量）する。
- ✓ 原水水質が変化する様子はその都度異なるので、凝集剤やアルカリ剤の注入率設定に際してはジャーテストを実施することが基本である。しかし、ジャーテスト終了時には原水水質が変化していることも多いので、薬品注入操作が遅れないよう、原水水質の区分に応じた薬品注入率の早見表等（資料 11、資料 12 参照）を準備しておき、併用する。

表 3-1 pH値とアルカリ度の適正条件及び降雨時や凝集剤注入による挙動

	pH値	アルカリ度
①薬品混和水※ の適正条件	6.2～7.5 (最適は6.6～7.2)	10mg/L以上 (最適は20mg/L以上)
②降雨時の 原水濃度変化	・やや低下する ・回復は比較的早い	・低下する ・回復は遅い (雨水はアルカリ度がほとんどない)
③凝集剤注入に 伴う変化	低下する (アルカリ度が低い ほど低下しやすい)	低下する (PACの場合、1mg/L注入につき0.15mg/L低下)

※前処理としてのpH調整（酸剤やアルカリ剤の注入）に次いで、凝集剤を注入した後の段階

- ✓凝集沈澱の良否の評価は、定量的には沈澱処理水水質によることとなる。しかし、凝集剤注入から沈澱池流出までには数時間を要するので、原水水質が急変しているのに沈澱処理水水質の応答を待っているのは、確実に対応は遅れる。よって、フロック形成や沈澱の目視確認が不可欠であり、このような定性評価では、雨天時や夜間も含めた日頃の正常な状態を経験的に把握しておかねばならない（7.3.2(6)参照）。
- ✓一般的に、有機物による色度が共存すると、より高い凝集剤注入率が必要となる（7.3.2(2)参照）。有機物による色度は土壌の腐植含量が多い地域で高くなりやすく、土壌が泥炭土（主に北海道）や黒ボク土（主に東日本や九州）の森林等のほか、田畑が該当する。
- ✓凝集沈澱に伴い発生するスラッジを沈澱池に過度に溜めると、水質悪化だけでなく、排泥設備の故障や閉塞を招く。よって、スラッジ発生量が増大する高濁度原水の処理では、通常よりも頻繁に沈澱池からスラッジを引き抜く（7.3.2(4)参照）。また、排水処理が滞るとスラッジが行き場を失い浄水処理の停止を余儀なくされるので、脱水機の運転時間延長等を図り、連続処理の系内から遅滞なくスラッジを排出する。
- ✓沈澱処理水で濁度が多少上昇しても急速ろ過で除去できるが、長時間続けば、ろ過閉塞やろ過水濁度の上昇が生じる。このような状況を防ぐため、洗浄によりろ過池の機能回復を図るが、洗浄頻度が多くなり過ぎると、洗浄用水量の不足により浄水処理を止めざるを得なくなる。よって、安易に急速ろ過に頼ることなく、良好な凝集沈澱の維持に努める。
- ✓原水濁度が上昇しピークに達した後の下降期では、この過程において特有の凝集不良を起ししやすい要素がある。具体的には、次のとおりである。
 - ・凝集しにくい微細な濁質が原水に残りやすい
 - ・原水のアルカリ度は上昇（回復）が遅いので、低い状態が続く
 したがって、原水濁度の上昇期と同等あるいはそれ以上に凝集沈澱に注意を払う。
- ✓原水の塩素要求量が増加する場合は、適正な残留塩素濃度を維持するために塩素注入率を高めることになる。この管理は、手動制御の場合に極めて重要であることは当然とし

て、自動制御の場合でも幾つかの要因が重なり異常を検知できない可能性はあるので、少なくとも残留塩素濃度の監視は強化する。

- ✓ 高濁度原水では臭気（かび臭、土臭、木材臭等）も高いことが多い。よって、注入設備がある場合は粉末活性炭を注入することが望ましい。
- ✓ 取水点の上流域に畜産ふん尿の管理が不適切な施設等が存在すると、処理施設からのふん尿（またはその処理水）の溢流や野積み堆肥の流出等が生じやすく、その場合は、原水のアンモニア態窒素（塩素要求量）や有機物の上昇や、クリプトスポリジウム等に汚染されるおそれが高まる。このような懸念がある浄水場においては、特に慎重な管理が要求される。

表 3-2 降雨に伴う水質変動と浄水処理への影響

段階	気象や河川流況、原水水質の変化	浄水処理への影響
I (濁水流達まで)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 流域内で降雨があると、河川は雨水を集水しながら次第に増水する。 ✓ 雨水により表土が流出あるいは土砂が崩落し、濁質が河川に流入する。 ✓ 増水で河床が洗掘され、河川が濁る。 ✓ 濁水が取水点に向かって流下する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ この段階では浄水処理への影響はないが、段階IIに備えた監視強化や準備を行う。 <p>【注意事項】 段階Iの時間は、降雨範囲と取水点の位置関係や降雨強度等に左右されるので、上流監視はできるだけで広域的に行う。なお、中小河川では、段階IとIIがほぼ一致する場合もある。</p>
II (原水濁度の上昇期)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 取水点でも河川が増水し、濁水が流達する。(浄水場が晴天でも、流域内で降雨があれば濁る) ✓ 濁度上昇と同時に(あるいは、やや先行して)アルカリ度とpH値が低下し、塩素要求量が増加する。流域の土壌特性によっては色度も上昇しやすい。 ✓ 次のような場合は段階Iが短く、段階IIの水質変化も速い <ul style="list-style-type: none"> • 降雨範囲と取水点に近い • 降雨強度が強い(集中豪雨や台風等) ✓ 前回降雨からの日数が経過しているほど濁度は上昇しやすく、アルカリ度等は低下しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 適切な凝集沈澱を維持するために、次の管理強化を原水水質の急変に対して遅れることなく行う。 <ul style="list-style-type: none"> • 凝集剤注入率の増加 • 前アルカリ注入の開始(あるいは注入率増加) • スラッジ引き抜き頻度の増加 • 目視や水質監視、ジャーテーストの頻度の増加 ✓ 塩素要求量が増加する場合、消毒効果保持のために、塩素注入率(特に前塩素や中塩素)を増加する。 ✓ 沈澱処理水濁度が上昇するところ過池が目詰まりしやすく、ろ過水濁度も高くなりやすい。よって、ろ過抵抗とろ過水濁度の監視を強化して、必要に応じてろ過池洗浄を行う。 ✓ 排水処理がボトルネックにならないよう、脱水機運転時間の延長等により、スラッジ処理量を増加する。
III (原水濁度の下降期)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 河川流量の減少とともに原水濁度は下降するが、次のような特徴がある。 <ul style="list-style-type: none"> • 濁質については、凝集しにくい微細粒子が残りやすい • アルカリ度の上昇(回復)が遅い • 流域面積や降雨範囲が広いほど、濁度下降やアルカリ度の上昇が遅い 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原水濁度の下降に合わせて、薬品注入率等を徐々に通常状態に戻していくが、次の点に留意する。 <ul style="list-style-type: none"> • 原水に微細粒子が残りやすいので、同じ濁度でも上昇期より高い凝集剤注入率を必要とするとする場合がある。 • アルカリ度が低いので、凝集pH値が低くなりすぎないよう、必要に応じて前アルカリ注入を継続する。

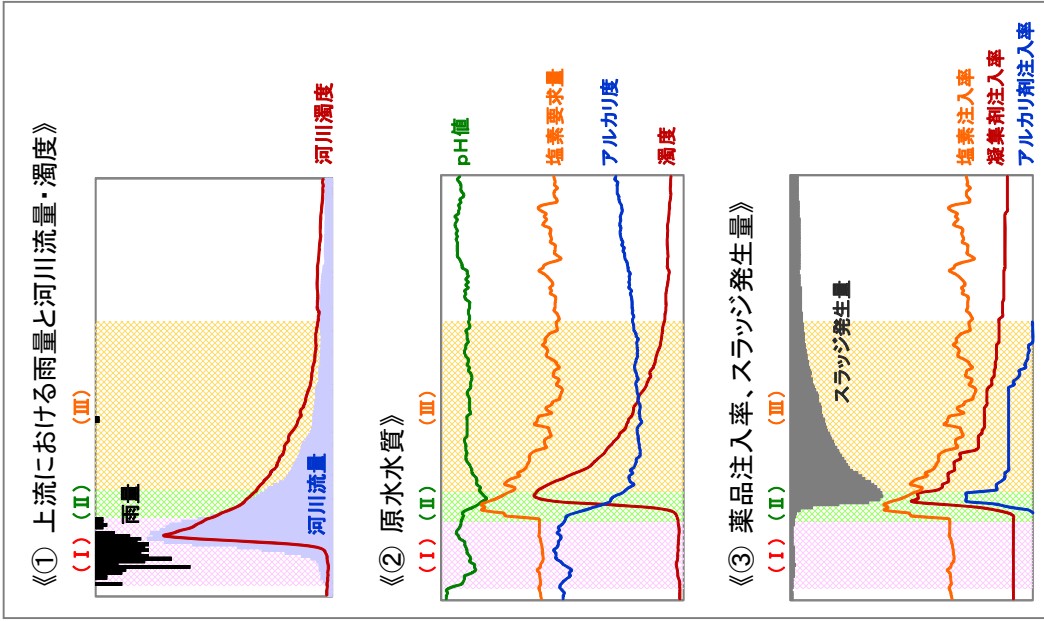


図 3-5 降雨に伴う水質変動等 (模式図)

(4) 高濁度原水対応における取水制限・停止（ピークカット）の意義

- ✓ 浄水施設を汚染させることの最大の問題は、清浄な洗浄用水を確保できなくなることである。したがって、対応限界を超える高濁度原水を水道施設に流入させてしまうと、断水が長期に及ぶこととなる。特にろ過池を濁質で汚染させることは厳禁であり、その可能性がある時点で取水を停止しなければならない。
- ✓ 降雨に伴う原水濁度の上昇は、継続時間の長短はあっても一過性の現象である。よって、配水運用が許すのであれば、浄水処理で無理を重ねるよりも、被災を回避あるいは事故の拡大を防止するため、積極的に取水を制限するか停止（ピークカット）したほうがよい。なお、原水水質や配水量の動向をある程度予想できれば取水制限・停止を判断しやすくなるので、この点においても、取水点上流の情報収集や当該浄水場における事例の整理は重要である（4.1(2)及び(3)参照）。
- ✓ 高濁度原水対応における取水制限には、次のような意義がある。

- より高い薬品注入率を設定できる
（同じ注入量ならば、処理水量を半分にすると注入率が倍になる）
- 沈澱池の流速やろ過池のろ過速度を抑えられるので、処理の悪化が生じにくい
（ただし、高速凝集沈澱池の一部形式や迂流式攪拌の場合は、1池あたりの処理水量に下限がある）
- スラッジ発生量を抑えられる
- 取水停止と異なり運転状態を維持するので、通常復帰が容易である

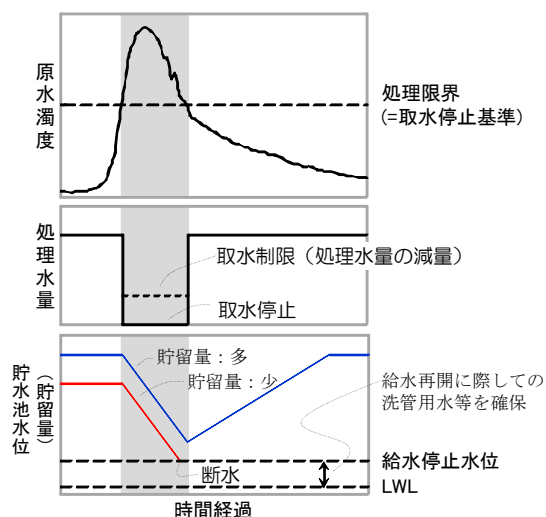


図 3-6 ピークカットの概要

(5) 原水水質変動の早期検知・予測について

- ✓ 高濁度原水への対応では、予想される状況に対して適切な準備をあらかじめ行い、原水水質の急変に対する迅速な対応が求められる（表 3-3 参照）。よって、あらゆる手段を駆使して情報を収集することにより（7.1 参照）、原水水質の変動を早期に検知あるいは予測して、準備時間を十分に確保することが、高濁度原水への対応における鉄則である。
- ✓ 雨量や流量の観測値から間接的に予測する場合は、参考とする類似例が必要である。この点においても、当該浄水場における事例の整理は重要である（4.1(3)参照）。

表 3-3 水質変動の各段階における予測内容と準備作業

段階※	予測すべき内容	予測される状況に応じて実施すべき準備や作業
I	①原水濁度の上昇開始時刻 ②原水濁度のピークレベル、 pH値やアルカリ度の低下程度 ③高濁度原水の継続時間	<ul style="list-style-type: none"> 組織体制の構築 薬品の貯蔵量確認、補充 配水池水位の確認 処理水量の増量、配水池への貯留 (処理が容易な間に浄水を生産) ろ過池洗浄 (多少の沈澱処理水濁度上昇に耐えうるよう、ろ過時間の長いろ過池より順次洗浄) 排水処理の促進 (スラッジ発生量の増大に備え、できるだけ排水処理を済ませておく)
II III	④原水水質の変化の動向 (上記②③含む)	<ul style="list-style-type: none"> 先行的な処理強化 (5.1(9)参照) 取水制限・停止の必要性見通しと準備 給水制限・停止の必要性見通しと準備
※段階について（表 3-2 及び図 3-5 参照） I：高濁度水が取水点に流達するまで II：原水濁度の上昇期 III：原水濁度の下降期		

(6) 給水停止時における水位保持について

- ✓ 急速ろ過方式を採用している水道システムでは、水道水に残存する微量のアルミニウム等が凝集し、フロックとなって配水池等に沈澱している場合がある。したがって、配水池等の水位を下げすぎると沈澱物により水道水が濁り、洗浄作業のために通常復帰が遅れることになる。よって、やむを得ず給水を停止する場合は、配水池等の水位保持に配慮する。
- ✓ また、送配水管路についても給水停止中に内面を露出させると、通水再開時に、内面付着物の剥離による水道水の濁りが発生する。よって、できるだけ満水状態を保持できるよう弁を閉止する。
- ✓ 具体的内容は、「5.4(3)水道施設の水位保持」のとおりである。

(7) 日常の維持管理について

- ✓ 大きな問題が生じていないことを理由に、急速ろ過方式における日常の維持管理を次のような状態で放置していると、予想を超えた異常事態に対応できないばかりか、想定内の異常事態に対しても一連のシステムが正常に機能しない事態に陥るおそれがある。
 - 運転管理は自動制御任せであり、記録や分析をほとんど行っていない
 - 設備や計測機器の保守点検は、数箇月～数年ごとの定期点検だけである
- ✓ 日常的に必要な維持管理の具体的内容は、「4.3 日常管理の必須要件（事故の影響を最小限に抑えるための備え）」のとおりである。

4. 事前準備と平常時の対応

4.1 事前対応（現有システムや事例の評価、組織体制や対応マニュアル等の整備）

高濁度原水に対して選択できる対応方法は、水道システムやその時々々の原水水質等の個々の条件によって異なる。よって、あらかじめ下記(1)～(3)の特性を整理し評価する。また、評価した結果は管理方法（下記(4)、(5)）に反映し、対応マニュアルとして取りまとめておく。

- (1) 現有水道システムの諸元整理及び評価
- (2) 取水点上流域の特性把握
- (3) 事例整理及び分析（代表例における水質変動や管理状況、配水量の時間変動等）
- (4) 高濁度原水が発生した時の対応方法や監視等の方法の設定
- (5) 組織体制の整備
- (6) 対応マニュアルの策定

【解説】

(1) 現有水道システムの諸元整理及び評価について

- ✓ 現有水道システムの諸元整理では、施設容量だけでなく、水量や原水水質等の設計条件についても整理する。
- ✓ なお、次の事項は運転方法に制約等を与える場合があるので、特に着目する。
 - 原水調整池の有無
 - 沈澱池やろ過池の形式
 - 薬品の注入点、注入量範囲及び混和方法
 - 薬品注入機の最大注入能力で対応可能な原水濁度
 - 沈澱池の排泥方法や1回あたり排泥量
 - ろ過池洗浄用水の供給方法や1回あたり洗浄排水量
 - 濃度を考慮したスラッジ貯留可能量
 - 配水池等の運用水位、運転再開時の用水量を見込んだ最低確保水位、給水継続時間
 - 緊急時の排水（ドレン）に要する時間、排水放流先の環境（残留塩素の影響等）
 - （用水供給事業者の場合）受水団体の施設形態や水運用上の特徴、留意事項 等
- ✓ 整理した諸元等は「水道施設設計指針」等と照らして評価し、高濁度原水への対応における脆弱点を知ることが肝要である。
- ✓ 参考として記入様式や作成例を資料 4 に示すが、省力化のため既存の資料を必要に応じて修正のうえ利用すればよい。
- ✓ また、システム全体を把握しやすいように、できるだけ次のような情報を盛り込んだフロー図（取水施設から配水施設まで）も整備する（資料 5 参照）。
 - 薬品の注入点及び注入量範囲
 - 水質測定地点及び項目（自動計器（測定範囲を併記）、採水分析）

- 設備や配管の常用／非常用の区別
- 他浄水場等からの供給ルート及び供給量
- 施設の滞留時間や流下時間
- ドレンルート 等

(2) 取水点上流域の特性把握について

- ✓ 取水点上流の気象や河川水質の変化を早期に検知できるよう、次のような情報を収集しておく。なお、自動計器については測定範囲も把握しておく。
 - 水道取水口の位置及び自動監視項目
 - 河川水質、水位及び流量観測点
 - 雨量観測点
 - 濁水の発生しやすい区間や支川（次項(3)や土地利用状況より） 等
- ✓ 収集した情報は、河川を模式化したフロー図等に整理する。その場合、大まかであっても主要地点から取水点までの流下時間を併記する。作成例を資料 6 に示すが、省力化のため既存の地図等を加工してもよい。

(3) 高濁度原水の事例整理及び分析について

- ✓ 降雨に伴う原水水質の変動や、その変動に対処した際の浄水処理等の応答は、流域や水道システムの特性に大きく左右される。よって、高濁度原水への対応方策の検討にあたり、当該水道システムにおいて高濁度原水に対応した事例を整理・分析し、雨量と原水濁度の関係や、原水や沈澱処理水における許容濁度等を把握する。
- ✓ 参考として整理・分析手法の例を資料 7 に示す。代表例としては、パターンの異なる複数例を抽出することが望ましく、また、全く問題が生じなかった事例よりも、むしろ問題（例えば処理の悪化等）が生じた事例のほうが、分析や教訓を得る上で参考になる。
- ✓ また、取水制限・停止（ピークカット）や給水制限・停止の検討材料として、季節的な特徴も考慮の上で配水量の時間変動を整理することも必要である。

(4) 高濁度原水が発生した時の対応方法や監視等の方法の設定について

- ✓ 通常とは異なる事態への対応では柔軟性も求められるが、判断の遅れや主観による思い込みを防止するために、あらかじめ対応方法の基本を設定しておかねばならない。
- ✓ 対応方法としては、第(1)項～第(3)項の整理・分析結果をもとに、表 4-1 に示す 3 項目を一体的に設定する。なお、水質の悪化程度や配水状況によって選択できる、あるいは選択すべき対応方法は異なるので、数段階に分けて対応方法を設定する。
- ✓ 設定した対応方法は、手順化してフローチャートにする（資料 8 参照）。
- ✓ 重要管理点における監視等の方法のうち、自らが管理する自動計器については警報設定値と管理基準を整合させることが必要である。また、他機関や web 等の情報（7.1 参照）の利用については収集方法（手段、頻度、実施者等）を設定しておく。

- ✓ 自動計器が十分に整備されていない場合でも、簡易測定キットや携帯型計器による水質測定を行い、濁度やpH値、アルカリ度等の状況を把握する（7.2参照）。

表 4-1 対応方法として設定すべき3項目

項目	内容	具体例
対応措置	管理基準を逸脱した場合に、逸脱した状態を元に戻すため、あるいは逸脱による影響を回避・低減するための措置	監視強化、浄水処理強化、取水制限・停止、配水系統の変更、広報等
管理基準	対応措置の発動要件あるいは、対応措置の良否の判断基準	発動要件：原水濁度の〇度超過 判断基準：沈澱処理水濁度は〇度以下であること
重要管理点	管理基準を設定する地点（警報機能付きの自動計器設置箇所が望ましい）	取水点上流の観測点、取水点、沈澱池出口等

(5) 組織体制の整備について

- ✓ 中小水道事業者では、職員が幾つもの業務を兼務することは珍しくないが、異常事態に対する全ての業務を一人だけで担うことは現実的に不可能であることを考えると、少なくとも作業分担表は作成しておく（資料9参照）。なお、作業分担表には対応漏れを防ぐ効果もある。
- ✓ 組織の人数にもよるが、指揮系統図の作成により指揮系統は明確にしておく（資料10参照）。特に、指揮系統図に委託業者が位置付けられていない水道事業者や、高濁度原水対応の際に通常業務の場合と異なる組織を組成する水道事業者においては、それらを考慮した指揮系統図を作成する。
- ✓ 作業分担表や指揮系統図等の作成では、次の点を明確にする。
 - 作業項目と分担（広報についても配慮が必要）
 - 委託職員の分担（関連業務の外部委託を行っている場合）
 - リーダー（班を編成する場合は、各班に設置）
 - 判断者（判断が必要な事項の個別について取り決め）
 - 報告、連絡、指示のルート
 また、交通機関が乱れた場合や夜間等のように、職員の参集が遅れる事態も想定しておく。

(6) 対応マニュアルの策定について

- ✓ 実際に高濁度原水に見舞われた場合に迅速に対応できるよう、第(4)項と第(5)項の内容については、対応マニュアルとして取りまとめておく。
- ✓ ただし、高濁度原水対応に限定したマニュアルとする必要はなく、「水質事故対策マニュアル」や「水安全計画」を整備しているのであれば、その中で、高濁度原水を扱うことが妥当である。また、新たに作成する場合については、省力化のため、できるだけ既存の資料を引用あるいは参照すればよい。

✓ 高濁度原水に関する対応マニュアルが具備すべき内容は表 4-2 のとおりである。

表 4-2 対応マニュアルが具備すべき内容

内容	必要性	備考
対応方法、対応フローチャート	必須	第(4)項参照
水質等の監視あるいは情報収集方法	必須	第(4)項参照
作業分担表、指揮系統図	必須	第(5)項参照
流域情報図、水源河川のフロー図、流下時間早見図	流域特性に応じて	第(2)項参照
水道システムのフロー図、滞留時間	必須	第(1)項参照
ジャーテスト実施要領、薬品注入率早見表	必要に応じて	7.3.2(5)、 資料 11、 資料 12 参照
簡易水質測定・目視確認要領、資機材一覧	必要に応じて	7.2、 7.3.2(6)参照
スラッジ発生量早見表、排泥間隔早見表	必要に応じて	7.3.2(4)、 資料 13 参照
その他の要領（取水制限・停止・再開、給水停止・ 応急給水、各種作業）や対応記録様式	必要に応じて	

4.2 軽微な変更や仮設による対応能力の向上

浄水施設の大がかりな改良や整備を行わずとも、運転方法や設備の軽微な変更や仮設程度の装置等の設置により、高濁度原水への対応能力を向上できる場合がある。具体的には、下記(1)～(9)のような方法であり、4.1(1)にて整理・評価した現有システムに採用の余地があれば、検討する。

- (1) 薬品注入位置や注入順序の見直し
- (2) 仮設による凝集剤注入能力の増強
- (3) 凝集剤の変更（超高塩基度 PAC 等の使用）
- (4) 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の操作時機の見直し
- (5) 薬品混和池やフロック形成池における攪拌強度の変更
- (6) 洗浄強度の見直し
- (7) 二段凝集設備の設置及び実施
- (8) 余剰施設の活用（原水調整池やスラッジの緊急貯留施設としての利用）
- (9) 配水池水位の見直し

【解説】

(1) 薬品注入位置や注入順序の見直しについて

- ✓ 浄水用薬品（特に凝集剤）は、注入後ただちに均一に拡散させ、十分に混和できる位置で注入する（7.3.1(1)参照）。
- ✓ pH調整剤（酸剤、アルカリ剤）は、凝集剤注入点よりも前に注入する（7.3.1(1)参照）。
- ✓ 現状で以上のことに関する課題があっても、工作程度の注入配管の改良によって、改善できることが多い。

(2) 仮設による凝集剤注入能力の増強について

- ✓ 想定される最高原水濁度に対して凝集剤注入機の注入能力が不足している場合は、不足分を補える容量の注入機を仮設することにより、高濁度原水への対応能力を向上できる。
- ✓ 凝集剤注入能力を増強する場合は、必要に応じてアルカリ剤注入能力の増強も図る。

(3) 凝集剤の変更（超高塩基度 PAC 等の使用）について

- ✓ 硫酸ばんどを使用している場合は、それよりも単位注入率あたりのアルカリ度消費が少ない PAC に変更したほうが、高濁度原水の処理は容易にある。
- ✓ また、近年開発された超高塩基度 PAC も従来の PAC よりアルカリ度消費が少ないので、アルカリ度の確保に苦慮している浄水場で使用すると、アルカリ度不足による凝集不良は生じにくくなる（7.3.1(3)参照）。

(4) 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の操作時機の見直しについて

- ✓ 自動制御による凝集剤注入率の設定 (図 4-1 (ア) 参照) から、意図的に操作時機 (タイミング) をずらすあるいは注入率を増やす (図 4-1 (イ) 参照) ことによって、凝集沈殿・ろ過による処理性能を向上かつ安定させることができる (7.3.2(1)参照)。
- ✓ したがって、図 4-1 (イ) のように運用することが望ましく、その場合は、対応マニュアルや内規にて定めておく。

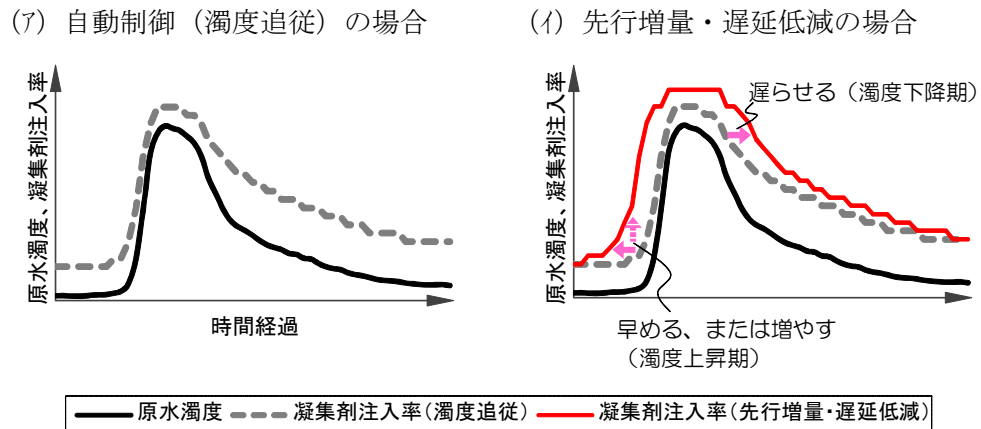


図 4-1 原水濁度変動に対して設定する凝集剤注入率 (概念図)

(5) 薬品混和池やフロック形成池における攪拌強度の変更について

- ✓ 攪拌強度は凝集効果に大きな影響を与える因子である。しかし、一般的な薬品混和池における急速攪拌の強度は、凝集剤にとって適正な攪拌強度よりも、やや弱いことが多い^[8] (7.3.1(2)参照)。
- ✓ また、フロック形成池における緩速攪拌の強度についても、一般的な強度より高めておくことによって、凝集剤注入率を低減できた実験例がある (7.3.1(2)参照)。
- ✓ よって、薬品混和池やフロック形成池における攪拌強度を高めることが可能であれば、それにより凝集沈殿の向上が期待できる。

(6) 洗浄強度の見直しについて

- ✓ ろ過池の洗浄強度 (洗浄速度や洗浄時間) を必要以上に強めても、洗浄効果が向上することはない。むしろ、洗浄できる池数の減少 (特に、洗浄タンクより洗浄用水を供給する方式の場合) や浄水ロスの増加といった弊害を伴う。
- ✓ 凝集沈殿が悪化しやすい高濁度原水の処理において、ろ過池の洗浄間隔を短縮できないことは大きな制約になるので、洗浄強度が強すぎる場合は、適正な強度に見直すことが望ましい。

(7) 二段凝集設備の設置について

- ✓ 二段凝集とは、通常の凝集沈殿に加えて、ろ過池流入水 (あるいは沈殿池出口水) に凝

集剤をごく少量注入する方法であり、小型の薬品注入ポンプと簡易な注入配管（ブレードホース等）だけで実施可能である。

- ✓ 沈澱処理水濁度が多少高くてもろ過水濁度を低く抑える効果があるので、高濁度原水に対する凝集沈澱の管理が容易になる。また、日常的に実施しても水質改善効果が得られる。
- ✓ 効果や方法、留意事項の詳細は、「7.4 二段凝集」のとおりである。

(8) 余剰施設の活用について

- ✓ 例えば天日乾燥床に余裕がある場合には、一部を原水調整池やスラッジの緊急貯留施設として活用することが考えられる。原水調整池としての活用は容易でないことが考えられるが、容量によっては、運転管理負担の軽減や断水回避において効果を期待できる。

(9) 配水池水位の見直しについて

- ✓ 配水池水位を上げて運用することにより次のような効果が得られるので、下げて運用している場合は運用水位の見直しを検討する。
 - ピークカットを行いやすい
 - 断水リスクが低減する
- ✓ なお、配水池水位を上げることには、水質劣化の進行（残留塩素濃度の低下、消毒副生成物の増加）や漏水の増加といった負の影響もあるので、必要に応じて考慮する。

4.3 日常管理の必須要件（事故の影響を最小限に抑えるための備え）

限られた人数で管理している場合であっても、高濁度原水に対する備えとして、次に示す内容の水質管理や保安全管理、組織運営等に継続して取り組むことが極めて重要である。

- (1) 浄水施設各工程の水質測定と目視等による処理状況の確認
- (2) 設備等の保守点検
- (3) ジャーテスト
- (4) 運転管理日報等の記録や分析・評価
- (5) 対応訓練や対応マニュアルの確認
- (6) 円滑な組織運営や情報交換
- (7) 住民への情報発信と協力要請

【解説】

(1) 浄水施設各工程の水質測定と目視等による処理状況の確認について

- ✓ 急速ろ過方式（凝集沈澱＋急速ろ過）では、少なくとも表 4-3 に示す内容の水質測定を行う。表 4-3 において◎とした項目・地点は、急速ろ過方式の水質管理において極めて重要な内容であるので、自動計器による連続監視を優先的に実施する。
- ✓ 水質管理は、通常の変動範囲を知り、正常な処理の状況を感じて把握することが基本である。そのためには、水質を測定するだけでは不十分であり、目視等による処理状況の確認と水質測定結果の記録や集計・分析(第(4)項参照)を併せて行うことが欠かせない。
- ✓ 次の内容を「7.2 水質測定」と「7.3 凝集沈澱」で紹介する。
 - 測定範囲を超える濁度の測定方法（7.2(1)参照）
 - 簡易測定キットや携帯型計器（7.2(2)参照）
 - 電気伝導率を用いた原水アルカリ度の監視（7.2(4)参照）
 - 処理状況の目視確認の要領（7.3.2(6)参照）

表 4-3 急速ろ過方式において最小限必要な水質測定

項目\地点	原水	薬品混和水 (凝集)	沈澱処理水	ろ過水
濁度	◎	—	◎	◎
色度	(◎) ※1	—	—	(◎) ※1
pH値	◎	◎	△	○
アルカリ度	○	○ ※2	(○) ※2	—
残留塩素	—	◎	◎	◎

(凡例) ◎：日常的な監視・管理が必要（自動計器による連続監視が理想）
 ○：日常的な監視・管理が必要（手分析や簡易測定でもよい）
 △：日常的な監視・管理が望ましい

※1：有機物による色度が高い原水の場合に必須である。
 ※2：薬品注入点からのタイムラグの短い「薬品混和水」における測定が望ましい。

(2) 設備等の保守点検について

- ✓ 設備等の故障は何らかの前兆を伴うことが多いが、その前兆に気付かず放置すると重大な故障に至る場合がある。よって数箇月～数箇年ごとに行う専門的な定期点検だけでは不十分であり、目視等による日常点検は欠かせない。
- ✓ 休止状態の機械設備や弁を直ぐに使用することはできないので、非常時に使用する設備等は日頃から使用できる状態を維持しておく。
- ✓ 薬品注入設備は必ず予備機を設け、一定期間ごとに交互に運転する。また、定期的に最大注入量による運転を短時間行い、設定量と実測量に大きな乖離がないことを確認する。
- ✓ 校正作業を行っていない計測機器（水位計、流量計、水質計等）は正確な値を示さないもので、メーカー指定の方法で定期的に校正する。
- ✓ 警報装置についても、正常に作動するよう保守を行う。
- ✓ 簡単な修繕は職員でも行えるように、工具や予備部品を備えておく。

(3) ジャーテストについて

- ✓ 処理条件の違いが凝集沈澱の良否に及ぼす影響を理解するためにも、定期的にジャーテストを行う。

(4) 運転管理日報等の記録や分析・評価について

- ✓ 第(1)項や第(3)項で実施した水質測定の結果や運転状況（処理水量や薬品注入率、スラッジ処理量・貯留量等）及びジャーテストの結果等は、運転管理日報や月報として記録する。
- ✓ また、記録だけにとどめず、月単位の集計やグラフ化による分析（通常の変動幅の把握、季節や長期の変化動向の把握等）や、管理基準の達成程度を評価することも大事である。
- ✓ なお、例えば管理基準を超過した時のように日常とは異なる対応措置を講じた場合は、一連の状況と対応を記録しておくことも必要である。
- ✓ 以上の取り組みは客観的判断を下す場合の参考となるだけでなく、継続することによって個人の経験知が組織の形式知に置き換えられ、その成果は技術継承の重要なツールとなる。

(5) 対応訓練や対応マニュアルの確認について

- ✓ 対応マニュアルは策定することが目的ではなく、適切に活用することが目的である。対応マニュアルを形骸化させないために、対応マニュアルを教材とした対応訓練や対応マニュアルの妥当性確認を定期的実施する。
- ✓ 対応訓練等の実施や高濁度原水への実際の対応によって対応マニュアルの不備が明らかとなった場合は、対応マニュアルを改訂する。

(6) 円滑な組織運営や情報交換について

- ✓ 事故が拡大する要因の一つである情報の伝達ミスを防ぐ方法としては、組織内でのルールやマニュアルの整備・徹底が考えられる。しかし、何よりも大切なことは、同僚だけでなく上司と部下や発注者と受託者の間でも気軽に話せる職場環境の構築に日頃から留意し、緊急時であっても円滑に機能しやすい組織の運営を心がけることである。
- ✓ 伝達ミスが生じやすい場面としては、交代勤務の引き継ぎ時が挙げられる。形式的な引き継ぎにならないよう、設備や水質に関する特記事項（異常の予兆）は次の勤務者に確実に伝える。
- ✓ 自助努力による情報収集や技術力の向上には限界があるので、日頃から積極的に、他の水道事業者や河川管理者・ダム管理者等に加えて各都道府県の水道行政担当部局と情報交換を図ることも重要である。

(7) 住民への情報発信と協力要請について

- ✓ 万全の対策を講じたつもりであっても、想定を超える事態が発生することはあり得るので、断水の可能性を完全に無くすることは不可能である。
- ✓ 実際に断水が懸念される状況において広報が欠かせないのは当然であるが、住民の理解が得られやすいように、日頃から次の内容を広報誌やwebサイトを通じて発信することも重要である。
 - 異常な降雨によって断水する可能性はあること。
 - 断水が懸念される状況では、節水により断水を回避できる場合もあること。また、医療活動等への影響を抑えるためには節水が必要であること。
 - 配水池水位の動向

5. 高濁度原水が発生する場合の対応

5.1 原水濁度の上昇が予想される場合の対応（上昇開始以降の対応に備えた準備）

取水点上流域の状況から、実際に原水濁度の著しい上昇が予想される場合は、まず下記(1)～(3)の対応を実施する。次に、状況や当該水道システムの特性にもよるが、できるだけ下記(4)～(10)の措置を講じておけば、薬品注入操作に追われることになる原水濁度が上昇し始めてからの対応の軽減や、処理悪化の緩和といった効果が得られる。

- (1) 原水水質変動の予想（濁度上昇開始時刻、最高濁度、継続時間）
- (2) 対応方法の検討
- (3) 上記(2)に対応する、組織体制の構築（招集と配備）
- (4) 予備水源等の活用による影響緩和
- (5) 薬品貯蔵量の確認
- (6) 処理水量の増量による、配水池等への浄水の貯留
- (7) ろ過池洗浄の先行実施
- (8) 排水処理量の増量による、スラッジ貯留容量の確保
- (9) 処理強化の先行実施（薬品注入率の強化、二段凝集の開始）
- (10) その他必要な対応（監視強化等）

【解説】

(1) 原水水質変動の予想について

- ✓ 予想は、取水点上流域の実況（気象情報、水質、流量等（7.1参照））を、類似事例（4.1(3)参照）や流下時間早見図（4.1(2)参照）と照合することにより、速やかに行う。
- ✓ 原水濁度の上昇開始時刻に関して精密な予測は不要である。上昇開始までに実施可能な準備を選択できるよう、1時間程度の精度で予想すれば十分である。
- ✓ 原水濁度の上昇程度についても精密な予測は不要である。第(2)項で検討する対応方法の判断材料とするために、次に示す程度の精度で予想すれば十分である。
 最高濁度：管理基準（4.1(4)参照）を超過する可能性
 継続時間（管理基準の超過時間）：数時間程度、半日程度、一日程度、数日程度
 以上について、数段階の管理基準を設定している場合は、それぞれについて予想する。

(2) 対応方法の検討について

- ✓ まず、あらかじめ設定しておいた管理基準と対応措置の関係（4.1(4)参照）に照らして、第(1)項で予想した最高原水濁度の場合は、次に示すどの段階にまで及ぶ可能性があるか判断する。

浄水処理の強化 →
 取水制限 →
 取水停止（処理限界の超過） →
 給水制限・停止

- ✓ 次に、第(1)項で予想した継続時間のほか配水量等を勘案して、ピークカット対応を検討する（5.2(1)参照）。この場合、第(6)項で実施する浄水の貯留も考慮する。

- ✓ さらに、原水濁度が上昇し始めてからの対応を軽減する措置（第(6)項～第(8)項）のうち、第(1)項で予想した上昇開始時刻までに実施できる措置を抽出する。

(3) 組織体制の構築について

- ✓ 作業分担表や指揮系統図（4.1(5)参照）をもとに、第(2)項に基づく対応の実行に必要な職員を、適切な時期に招集し配備する。

(4) 予備水源等の活用による影響緩和について

- ✓ 予備水源（特に、降雨に伴う水質変化が緩慢な湖沼水や地下水など）があれば、水源の切り替えや混合希釈による原水水質の改善を図ることができる。
- ✓ 水道用水の供給を受けている場合で、受水量の一時的な増量が可能であれば、影響を緩和できる。

(5) 薬品貯蔵量の確認について

- ✓ 原水濁度の上昇程度にもよるが、高濁度原水の処理では、通常よりも相当多くの凝集剤やアルカリ剤ならびに塩素剤を消費する。よって、必ず薬品貯蔵量の確認を行う。

(6) 配水池等への浄水の貯留について

- ✓ 配水池等に浄水が十分に貯留されていれば、浄水処理の強化よりも対応が容易なピークカットや取水制限といった対応措置を講じやすくなる。また、処理限界の超過により取水停止を余儀なくされた場合においても、給水制限・停止に至るまでの時間を稼ぐことができる。
- ✓ よって配水池に空き容量がある場合は、原水濁度が上昇を始めるまでの間は、施設計画値の範囲内において処理水量を増量することが望ましい。

(7) ろ過池洗浄の先行実施について

- ✓ 沈澱処理水濁度が約2度を超過する状況になっても、その超過が僅少あるいは短時間であれば、ろ過水濁度を0.1度以下に維持することは可能である。ただし、ろ過抵抗の増加は通常よりも確実に速くなるので、場合によっては、ろ過池の洗浄間隔を短くする必要が生じる。
- ✓ よって、浄水処理への対応に比較的余裕がある、原水濁度が上昇を始めるまでの間に、ろ過時間の長いろ過池から順番に前倒しで洗浄しておくことが望ましい。なお、ろ過池洗浄に伴う浄水ロスを処理水量の増量で補いやすいことも、先行実施の利点である。

(8) スラッジ貯留容量の確保について

- ✓ 本来、濃縮槽は沈澱池から排出されたスラッジの濃縮を目的とする施設である。しかし、

一般的に計画スラッジ量[†]の24～48時間分の容量を確保してあることが多く、スラッジ発生量が脱水機等の処理能力を超える場合にスラッジを一時貯留する、調整施設としての機能も有する。

- ✓濃縮槽の調整機能を最大限に利用するためには、できるだけ濃縮槽内のスラッジは後段の処理工程（脱水機や天日乾燥床）に送泥しておくことが望ましい。
- ✓機械脱水方式の場合は、運転時間の延長等により脱水機の処理量を増やす。

(9) 処理強化の先行実施について

- ✓原水濁度の上昇に先行して凝集剤注入率を高めておくことは、注入率操作の遅れによる凝集沈澱の悪化を防ぎ、ろ過水濁度の上昇を抑制する効果がある（7.3.2(1)参照）。
- ✓また、沈澱処理水濁度が多少上昇した場合でも、二段凝集を行っていればろ過水濁度の上昇を防止できる。ただし、ろ過抵抗の増加は速くなるので、場合によっては、ろ過池の洗浄間隔を短くする必要が生じる。（7.4参照）
- ✓よって、原水濁度の上昇が始まるよりも前の時点で、凝集剤注入率の増強や二段凝集の開始を行っておくことにより、浄水処理の安定を図ることが可能である。

(10) その他必要な対応について

- ✓状況が予想外に変化する場合もあるので、第(1)項～第(9)項の対応と並行して取水点上流域や原水水質等の監視と記録は継続し、状況に応じて第(1)項～第(3)項の対応を改めて実施する。
- ✓原水濁度の上昇に先行して原水アルカリ度が急激に低下する場合があるので、原水及び処理水質の監視は河川の増水とともに強化する。

[†] [計画処理水量] × [計画時の平均原水濁度の4倍] に対応するスラッジ量であることが多い

5.2 原水濁度が上昇を始めてからの対応（その1：ピークカットによる回避）

ピークカットを目的とした取水制限・停止は、下記(1)～(5)の事項に留意して実施する。
なお、取水停止・再開時にはトラブルが起きやすいので、特に注意する。

- (1) 取水制限・停止の開始時期及び取水再開時期
- (2) 取水制限の下限水量
- (3) 取水の停止作業及び再開作業
- (4) 浄水処理の強化
- (5) 給水制限・停止の可能性

【解説】

(1) 取水制限・停止の開始時期及び取水再開時期について

- ✓ ピークカットは、原水濁度が最も高くなる時間帯を含むように実施しなければ十分な効果が得られない。よって、原水水質の変動（5.1(1)参照）と取水制限・停止の継続可能時間を見通したうえで、適切な時期に開始する。
- ✓ 取水制限・停止の継続可能時間は、次の事項を勘案して予想する。
 - 原水調整池の貯留量（原水調整池を運用している場合）
 - 配水池の貯留量（運用水位の考慮が必要（5.4(3)参照））
 - 配水量の見通し
 - 他浄水場等からのバックアップ量の見通し
- ✓ 迅速に予想するため、配水池水位や取水停止開始時刻の代表的なケースについて、配水可能時間の早見表を準備しておく（資料14参照）。
- ✓ 取水制限・停止を開始してからも、取水点上流の状況や原水水質の監視を継続し、適当な間隔（例えば1時間ごと）で継続可能時間や原水水質変動を予想する。なお、取水停止中にあるのは、浄水場内の水質計器やサンプリング配管には各測定地点の停滞水が供給され続けるので、原水水質の監視は河川での現地採水により行う。
- ✓ 高速凝集沈澱池の場合、長時間（数時間～半日程度）にわたり停止するとスラリーの活性が低下して再開後の処理性能回復に時間を要する場合があるので、停止継続時間に留意する。
- ✓ 取水再開時期は開始作業（第(3)項参照）に要する時間も考慮して決定する。特に、再開時点で原水水質の十分な改善が期待できない場合は、一層の時間余裕が必要である。

(2) 取水制限の下限水量について

- ✓ 薬品注入の自動制御を行っている場合は、制御可能な範囲で水量を減らす。
- ✓ 薬品注入量を絞りすぎると注入量が安定しないので、手動注入の場合（自動から切り換える場合を含む）であっても、注入量を管理できる取水量は維持しなければならない。この場合の薬品は、凝集用薬品だけでなく塩素剤も含む。

- ✓ スラッジ・ブランケット形高速凝集沈澱池と迂流式攪拌では、処理水量が少なすぎると期待する処理機能が得られなくなる。運転池数を減らして1池あたりの処理水量を確保できる場合もあるが、いずれにせよ水量設定の制約になる。

(3) 取水の停止作業及び再開作業について

- ✓ ウォーターハンマーが発生しないよう、段階的に水量を増減する。
- ✓ 取水の停止とは、浄水場の運転を停止することである。よって、取水施設から順に送水施設までの全ての設備や機器を、適切な順序で停止する。また、ろ過池洗浄や沈澱池排泥の自動制御を解除し、全ての薬品注入の停止を確認の上、表 5-1 に示す施設については適切な弁操作等により水位を保持する。
- ✓ 取水の再開手順は停止手順と基本的に同じであるが、水位や処理水質の安定を確認しながら、徐々に復帰させる。特に、原水水質が十分に改善していない状況では、高濁度原水の処理を始めることになるので、完全復帰までの間に取水制限の段階を十分に確保して処理の悪化を防ぐことも有効である。
- ✓ なお、取水停止中であっても、濃縮槽より後段の排水処理は運転可能である。

表 5-1 取水停止中の水位保持の趣旨

施設名	趣旨
導水施設	通水再開時に底泥を巻き上げて原水水質を悪化させないように、取水停止時点の水位を保持する。
沈澱池	全排水されないよう、排泥弁の全閉を確認する。
ろ過池	砂層が露出しないよう流出弁を閉める。(構造上、自然平衡形ろ過池では不要)
浄水池、送水ポンプ井	送水再開時に沈澱物を巻き上げて水道水を濁らせないように、送水停止により、通常の運用範囲の水位を保持する。

(4) 浄水処理の強化について

- ✓ 次の場合は、「5.3 原水濁度が上昇を始めてからの対応（その2：浄水処理の強化）」に基づき対応する。
 - 取水停止までは高濁度原水を処理する場合
 - 取水制限により浄水処理を継続する場合
 - 取水を再開する場合（特に、原水水質が十分に改善していない場合）
 - 原水調整池に長期間貯留していた原水を処理する場合（自然沈降による低濁度化や藻類発生など、通常とは異なる水質に変化している場合があるため）

(5) 給水制限・停止の可能性について

- ✓ 給水制限・停止に至る可能性が生じた場合は、応急給水や他の水道事業者等への応援要請ならびに広報等に関する準備に取り組む（5.4 参照）。

5.3 原水濁度が上昇を始めてからの対応（その2：浄水処理の強化）

原水の濁度が上昇を始めるころから通常の前水水質に回復するまでの浄水処理は、次の事項に留意して実施する。

- (1) 原水及び処理水質の監視強化（目視による現場確認を含む）
- (2) 原水水質に対する薬品注入率の決定（凝集pH値とアルカリ度の管理を含む）
- (3) 沈澱池排泥とスラッジ処理の強化
- (4) ろ過抵抗及びろ過水濁度の監視とろ過池洗浄
- (5) 取水制限による処理悪化の緩和
- (6) 原水濁度の下降期における原水水質の特徴
- (7) 原水水質変動の予想と対応方法の検討
- (8) 対応困難となった場合の取水停止

【解説】

(1) 原水及び処理水質の監視強化について

- ✓ 原水及び処理水質では、少なくとも表 5-2 に示す内容の水質監視を行う。
- ✓ 原水水質は、薬品注入率等の運転条件を決定するための重要な因子であるため、頻繁に確認する。なお、想像もつかない速さで変化する場合があるので、原水濁度の上昇期では、特に頻繁に確認する。また、サンプリング配管が長くて、サンプリングから測定までのタイムラグが無視できない場合は、現地採水による手分析を行う。
- ✓ 凝集沈澱の良否の判断では、フロック形成や沈澱の目視確認による定性評価を必ず行う。薬品注入条件の変更から数時間後に応答する沈澱処理水濁度による定量評価だけでは、処理が悪化した場合の判断が遅れる。
- ✓ 薬品注入量を増やすと注入配管等が詰まりやすくなるので、実測により、凝集用薬品が設定値どおりに注入されているかを確認する。
- ✓ 凝集を左右する重要な因子であるpH値とアルカリ度は、薬品注入条件の変更に対して速やかに応答するので、薬品混和水で監視する。
- ✓ 監視した結果は、今後の参考事例になるので必ず記録する。あらかじめ定めた様式への記録が望ましいが、当座の対応としてはメモ書きであってもよい。
- ✓ 次の内容を「7.2 水質測定」と「7.3 凝集沈澱」で紹介する。
 - 測定範囲を超える濁度の測定方法（7.2(1)参照）
 - 簡易測定キットや携帯型計器（7.2(2)参照）
 - 電気伝導率を用いた原水アルカリ度の監視（7.2(4)参照）
 - 処理状況の目視確認の要領（7.3.2(6)参照）

表 5-2 高濁度原水の処理において最小限必要な水質監視

項目\地点	原水	薬品混和水 (凝集)	沈澱処理水	ろ過水
濁度	○	—	○	○
色度	(○) ※1	—	—	(○) ※1
pH値	○	○	—	○
アルカリ度	○	○ ※2	(○) ※2	—
残留塩素	—	○	○	○

※1：有機物による色度が高い原水の場合に必須である。
 ※2：薬品注入点からのタイムラグの短い「薬品混和水」における監視が望ましい。

(2) 原水水質に対する薬品注入率の決定について

- ✓ 原水濁度の上昇期では、薬品注入操作の追従が遅れると凝集沈澱が悪化しやすいので、薬品注入率は迅速に決定する。
- ✓ 適切な時機に注入率操作を行うことによって得られる効果については、「4.2(4)原水濁度変動に対する凝集剤注入率の操作時機の見直しについて」のとおりである。
- ✓ 原水の有機物（色度）が高い場合は、より多くの凝集剤を必要とするので、他の浄水場の例を参考とする場合は考慮する。特に河川増水時の初期は底質の掃流に伴う有機物の上昇が大きく、凝集剤の不足による凝集不良が生じやすい。
- ✓ 凝集剤の注入により pH値とアルカリ度が低下するので、これらの値が薬品混和水において適切な値（表 5-3 参照）となるよう、前アルカリ処理を管理（開始・終了、注入率の増減）する。なお、pH値が上がりすぎないように前アルカリの注入過剰に注意する。
- ✓ 前アルカリ注入設備がない場合は、特に凝集剤の注入過剰に注意する。状況によっては、表 5-3 に示す適正条件に近付けるために、凝集剤注入率を抑えたほうが有効な場合もある。
- ✓ 第(1)項によるフロック形成等の目視確認や pH値等の監視結果に応じて、必要であれば薬品注入率を補正する。薬品注入の自動制御を行っている場合においても、補正係数の調整により必ず同様の管理を行う。
- ✓ 次の内容について「7.3 凝集沈澱」で紹介する。
 - 適切な凝集剤注入率の設定（7.3.2(2)参照）
 - 適切な前アルカリ注入率の設定（7.3.2(3)参照）

表 5-3 薬品混和水における pH値とアルカリ度の適正条件

pH値	6.2～7.5（最適は6.6～7.2）
アルカリ度	10mg/L以上（最適は20mg/L以上）

(3) 沈澱池排泥とスラッジ処理の強化について

- ✓凝集沈澱に伴い発生するスラッジの量は、処理水量と原水濁度と凝集剤注入率によって決まるので、原水濁度の上昇に連動して増加していく（7.3.2(4)参照）。
- ✓スラッジが沈澱池に堆積しすぎると、巻き上げにより沈澱処理水濁度が上昇するだけでなく、過トルクによる掻寄機の故障や排泥管の閉塞が生じやすくなる。よって、スラッジ発生量の増加に比例するよう排泥頻度を増やしていく。特に原水濁度の上昇期では、スラッジの濃縮性が高くて排泥設備のトラブルが生じやすいので、より頻繁に排泥する。排泥間隔が詰まる場合は、常時排泥としてもよい。
- ✓高速凝集沈澱池では、排泥過剰がスラリー濃度やスラリー高さの過小による処理悪化を招くので、過不足がないよう排泥する。
- ✓濃縮槽には調整施設としての機能があるが（5.1(8)参照）、過剰な貯留により上澄水を濁らせたりスラッジを溢れさせたりしないよう、適時、引き抜いて後段の処理工程に送泥する。なお、上澄水を原水として再利用している場合、スラッジを溢れさせたときは速やかに原水への返送と濃縮槽への汚泥投入を停止する。
- ✓脱水機については、運転時間の延長や休日運転により処理量を増やす。1サイクルが長い長時間型脱水機の場合は運転時間の延長が難しいが、高濁度原水の処理に伴うスラッジは脱水性が良いことが多く、その場合は圧入時間を短縮して運転サイクルを増やすことにより処理量を増やすことができる。

(4) ろ過抵抗及びろ過水濁度の監視とろ過池洗浄について

- ✓高濁度原水の処理では沈澱処理水濁度が上昇しやすく、その場合、ろ過池ではろ過抵抗の増加が速くなり、捕捉したフロックが漏出しやすくなる。よって、ろ過抵抗とろ過水濁度の監視を強化し、これらの管理項目のうちいずれかが設定しておいた管理基準（4.1(4)参照）を超過した場合には、当該ろ過池を洗浄する。なお、ろ過池ごとのろ過水濁度は監視できない場合にあつて、ろ過水濁度が管理基準を超過した場合は、ろ過時間の最も長いろ過池を洗浄する。
- ✓二段凝集を行うとろ過抵抗の増加は速くなるので、特に注意する（7.4参照）。

(5) 取水制限による処理悪化の緩和について

- ✓凝集沈澱の悪化（沈澱処理水濁度の上昇等）を抑えることが難しい場合は、取水制限を行うことにより、悪化を緩和できる場合がある（3(4)参照）。
- ✓取水制限を実施する場合は、水量の下限に留意する（5.2(2)参照）。

(6) 原水濁度の下降期における原水水質の特徴について

- ✓原水濁度が上昇しピークに達した後の下降期では、次のように、この過程において特有の凝集不良を起こしやすい要素があるので、通常の運転条件に復帰するまでは第(1)項～第(5)項の対応を継続する。

- 凝集しにくい微細な濁質が原水に残りやすい
- 他の項目に比べてアルカリ度は回復が遅い（低い状態が続く）

(7) 原水水質変動の予想と対応方法の検討について

- ✓ 原水水質が当初予想と異なる変動を示すことは珍しくないので、第(6)項までの対応と並行して、原水水質変動の予想（5.1(1)参照）と対応方法の検討（5.1(2)参照）を行う。
- ✓ 降雨の状況によっては、回復しかけた原水水質が再び悪化する場合があります。流域が広い場合は時間遅れも生じやすい。よって、原水水質が十分に回復するまでは、必ず取水点上流域の状況確認を継続する。

(8) 対応困難となった場合の取水停止について

- ✓ 次に示す状況のうち、いずれか一つでも該当する場合は取水を停止する。
 - 原水濁度が管理基準（各浄水場で定める取水停止基準）を超過した場合
 - ろ過水濁度が0.1度を超過し、改善の見込みがない場合（5.5参照）
 - ろ過池洗浄が追い付かない場合
 - スラッジ処理が追い付かず、濃縮槽から汚泥が溢れるおそれがある場合
- ✓ 取水停止作業は「5.2(3)取水の停止作業及び再開作業」に基づき実施する。停止作業には時間を要するので、ある程度の時間余裕を持って停止の判断を行う。
- ✓ 取水停止後は、取水再開時期や給水制限・停止に至る可能性を検討する（5.2(1)参照）。

5.4 事態の長期化により断水が懸念される場合の対応

取水停止の長期化等により断水が懸念される場合は、下記の事項に留意して、関係機関と相談の上で対応を検討する。なお、給水停止の権限は水道技術管理者だけが有する。

- (1) 断水等による影響を考慮した対応の検討
- (2) 応急給水や他事業者等への応援要請の準備と実施
- (3) 水道施設の水位保持、給水停止時期
- (4) 住民への広報

【解説】

(1) 断水等による影響を考慮した対応の検討について

- ✓ 濁度が安定的に 0.1 度を下回ったろ過水を供給できない場合、表 5-4 に示すリスクを考慮の上、厚生労働省あるいは各都道府県の水道行政担当部局に相談して対応を検討する（資料 16 参照）。
- ✓ 厚生労働省等に相談する場合は、次の情報を整理しておく。
 - 水質異常の概況（原水やろ過水の濁度、発生日時、影響範囲）
 - 応急給水の見通し
 - 給水区域内におけるクリプトスポリジウム症等の発生状況（保健所等に照会）
 - 取水点上流における畜産施設やし尿処理施設の有無
 - 過去に行ったクリプトスポリジウム等検査の結果
 - 被害人口の見通し
 - 断水となった場合の消防活動や医療機関への影響
- ✓ 検討の参考として、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」^[7]のうち、関連する内容を抜粋して資料 18 に示す。

表 5-4 ろ過水濁度が 0.1 度を超過する場合の対応に伴うリスク

措置	リスク
(ア) 給水停止	• 断水により、消防活動や公衆衛生の維持に重大な影響が生じる
(イ) 給水継続	• 広報を十分に行ったとしても、水道水がクリプトスポリジウム症等の感染源となるおそれが高まる

(2) 応急給水や他事業者等への応援要請の準備と実施について

- ✓ 他事業者や首長部局への応援要請については、要請先における準備時間の確保に配慮して、給水制限・停止に至る可能性が高いことが明らかとなった時点で、事前連絡を行う。
- ✓ 同様に、応急給水の準備もできるだけ早期に着手する。

(3) 水道施設の水位保持と給水停止時期について

- ✓ 配水池等の水位を下げすぎると沈澱物により水道水が濁り、洗浄作業のために通常復帰

が遅れることになるので、給水停止の時期や作業に配慮する。

- ✓ 配水池等を低水位（LWL）以下にすることは厳禁であり、それより高い水位であっても沈澱物の量によっては濁りが発生するので、通常の運用水位よりも下げる場合には注意する。
- ✓ 給水停止の時期（すなわち停止時点の配水池等の水位）については、以下の事項も考慮して決定する。
 - 応急給水用水の確保
 - 消防用水の確保
 - 広報開始から給水停止までの間の、住民の汲み置き行動による配水量増加
 - 給水再開に向けた放水や洗浄作業等に要する用水の確保
- ✓ 管路についても、通水再開時の濁水発生が極力少なくなるよう、できるだけ満水状態を保持するものとし、そのための弁閉止は、次のとおり行う。
 - 自然流下区間では、負圧が生じないように下流側の弁を閉める
 - 圧送区間では、逆流しないよう上流側（ポンプ出口）の弁を閉める
- ✓ 浄水施設の停止が長期化した場合は次のような水質影響が懸念されるので、適宜、排泥や停滞水の置換を行う。
 - スラッジの腐敗による、着臭・着色やマンガン等の金属類溶出
 - ろ過池停滞水の残留塩素消失による、ろ層からのマンガン等の金属類溶出

(4) 住民への広報について

- ✓ 広報の手段・方法は、以下の事項に留意して選定する。
 - 災害弱者（高齢者（特に1人暮らし）、視覚障害者、聴覚障害者等）や外国人への確実な広報
 - 雨音や風音等による、広報車スピーカーや同報無線（防災無線）のかき消し
 - 町内会等の地域コミュニティの協力
- ✓ 住民が汲み置きによって最小限の生活用水を確保できるよう、広報開始の時期に配慮する。

5.5 ろ過水が濁った場合の対応（事故拡大防止のために行動すべきこと）

浄水処理の強化を行ってもろ過水濁度が継続的に 0.1 度を超過する場合は、クリプトスポリジウム等による健康被害の発生を防ぐために次の手段を講じる。

- (1) 取水及び送水の緊急停止
- (2) 厚生労働省あるいは各都道府県の水道行政担当部局への報告と対応の検討
- (3) 再開に際しての施設洗浄や水質検査

【解説】

(1) 取水及び送水の緊急停止について

- ✓ 表流水を水源とする場合、濁度が 0.1 度を超過したろ過水はクリプトスポリジウム等に汚染されている可能性がある。したがって、浄水処理の強化を行ってもろ過水濁度が継続的に 0.1 度を超過する場合は、汚染拡大防止のために取水及び送水の緊急停止を行う。
- ✓ 緊急停止の場合であっても、取水停止作業は適切な手順にて実施する（5.2(3)参照）。
- ✓ 次いで、浄水池以降の汚染範囲を確認する。発見が早く、汚染が配水池に及んでいないことが明らかな場合は、配水池の貯留分のみ給水の継続が可能である。

(2) 厚生労働省あるいは各都道府県の水道行政担当部局等への報告と対応の検討について

- ✓ ろ過水濁度が 0.1 度を超過した場合は、汚染範囲にかかわらず、所定の要領に従って厚生労働省あるいは各都道府県に報告を行い（資料 16 参照）、厚生労働省等に相談して対応を検討する（5.4(1)参照）。
- ✓ 水道水質基準（濁度については 2 度以下）を達成できない場合は、水道法に基づき給水は停止する（資料 15 参照）。
- ✓ 給水停止に際しての留意事項は、5.4(2)～(4)のとおりである。

(3) 再開に際しての施設洗浄や水質検査について

- ✓ 浄水場の運転や給水の再開に際しては、濁度が 0.1 度を超過したろ過水で汚染された範囲について、以下の措置を講じなければならない。
 - 配水池等や配水管等の施設内の水道水を排水し、清浄な水道水で洗浄する
 - 水道水からクリプトスポリジウム等が検出されないことを複数回確認する

6. 事態が終息した後の対応（今後に向けた検証や検討）

高濁度原水への対応が終わった後は、給水への影響の有無にかかわらず、(1)一連の対応を検証し、状況に応じて(2)河川・ダム管理者等の関係機関との調整や、(3)施設整備等による改善・対策を検討する。

【解説】

(1) 対応の検証について

- ✓ 今後の対応における指針となるので、一連の対応を振り返り、必ず記録として残す。
- ✓ 以下のような事項については、マニュアル等に反映することが肝要である。
 - 効果的であった対応
 - 改善余地のある事項、反省点
- ✓ 記録の整理方法については、「4.1(3)高濁度原水の事例整理及び分析について」も参考になる。

(2) 関係機関との調整について

- ✓ 高濁度原水が特定の原因によって異常なレベルに達したり多発したりする場合は、河川管理者等の関係機関と調整し、発生源における改善策を検討する。
- ✓ 具体的には表 6-1 に示す例が想定される。

表 6-1 特定の原因事象及び対策例

原因事象	対策例	関係機関
(ア) ダム放流に伴う増水	<ul style="list-style-type: none"> • ダム運用方法の見直し • 放流の事前連絡 	ダム管理者 発電事業者
(イ) 特定の支川における異常高濁度の発生	<ul style="list-style-type: none"> • 背割堤による異常高濁度水の混入防止※ • 堆積土砂の浚渫 • 河川の付け替え • ダムの緊急放流による希釈 	河川管理者 ダム管理者
(ウ) 荒廃した農地や山林からの土砂流出	<ul style="list-style-type: none"> • 土地改良 • 山林管理、植林 	農林行政部局
(エ) 河川工事、浚渫	<ul style="list-style-type: none"> • 実施の事前連絡 	河川管理者

※平成 19 年 6 月に北海道で起きた断水事故を受けて、土囊により仮設された事例がある。

(3) 施設整備等による改善・対策の検討について

- ✓ 次のような場合は、施設整備等による改善・対策を検討する。
 - 水質自動計測機器の不足等により、状況把握が困難あるいは対応遅れが発生
 - 特定の設備や施設の能力不足が処理の制約になっている
 - 管理体制の変更により高濁度原水への対応が難しくなった

- 高濁度原水に起因する取水停止や断水の懸念等が多発するようになった
- ✓ 具体的には表 6-2 に示す対策が考えられる。

表 6-2 施設整備等による対策例

整備内容	目的
(ア) 水質自動計測機器の交換・追加 (水源、浄水処理工程等)	<ul style="list-style-type: none"> • 測定範囲の拡大（正確な情報の入手） • 原水水質の変化動向の早期把握 • 凝集、沈澱、ろ過の良否把握
(イ) 凝集剤注入機の増強 アルカリ剤注入設備の新設・増強	<ul style="list-style-type: none"> • 注入設備の容量不足の解消
(ウ) 沈澱池への沈降装置の設置	<ul style="list-style-type: none"> • 沈澱効率の改善
(エ) 原水調整池や配水池の新設・増設	<ul style="list-style-type: none"> • 貯留容量増大による、取水停止可能時間の延長 (高濁度原水の処理の回避)
(オ) 水源系統等の二系統化	<ul style="list-style-type: none"> • バックアップの確保

7. 技術紹介

7.1 原水水質変動の早期検知・予測のための情報収集

原水水質変動の早期検知・予測においては、次の手法による情報収集が有効である。

- (1) インターネットによる気象・河川情報の確認
- (2) 他の水道事業者等との連携

なお、流域面積が広い場合や集中豪雨の場合は、取水点付近で降雨がなくても河川が増水して濁ることはあるので、情報はできるだけ広域に収集する。

【解説】

(1) インターネットによる気象・河川情報の確認について

- ✓ 公的機関や民間気象情報会社から配信されている情報を、表 7-2 に整理する。雨量や水位等の観測値の履歴確認は『国土交通省【川の防災情報】』が適しており、面的な降水強度分布の履歴や予報の確認は気象庁のサイトが適している。
- ✓ 日中はライブカメラ映像が参考となる場合があり、公的機関のライブカメラには都道府県等の防災情報サイトからアクセスできる場合がある。また、個人制作・管理ではあるが、表 7-1 に例示するような検索サイトもある。これらの検索サイトではカテゴリ検索で河川ライブカメラを抽出することが可能である。

表 7-1 ライブカメラ検索サイトの一例

サイト名	URL
LiveCam JAPAN	http://orange.zero.jp/zad23743.oak/livecam/
ライブカメラ情報館	http://www.jouhoukan.com/livecam/
ライブカメラ検索 カメ探	http://www.cametan.com/
初心者でも楽しめるライブカメラ検索ガイド	http://www.tky.3web.ne.jp/~morimoko/kensaku.htm

(2) 他の水道事業者等との連携について

- ✓ 河川管理者や他の水道事業者等と協力して、情報の相互共有・活用を図る。例えば、上流の水道事業者の水質検査計画のほか水質検査や水質監視の結果は大いに参考になる。同様に下流の水道事業者に対しては積極的に情報発信する。
- ✓ ダム放流による濁水発生が懸念される場合は、放流の事前連絡についてダム管理者や発電事業者と調整する。
- ✓ 関係者の負担にならない運用方法を予め決めておく。

表 7-2 公的機関や民間気象情報会社が配信する気象・河川情報

サイト名 (URL:欄外参照)	コンテンツ名 [トピックパス]	情報項目	特徴	対象範囲 ・地点数	対象期間	更新 間隔
気象庁	アメダス降水量 [ホーム>防災気象情報>アメダス]	降水量 (雨量計観測値)	<ul style="list-style-type: none"> 値が正確 地点数が少ない(面的分布は把握しにくい) 	全国 約 1,300 地点	過去 48 時間	1 時間
	解析雨量・降水短時間予報 [ホーム>防災気象情報>解析雨量・降水短時間予報]	解析雨量 降水短時間予報 (降水分布予報)	<ul style="list-style-type: none"> 雨量計とレーダー観測に基づく解析値 雨量計で捉えられない、局所的な強雨も把握可能 解析雨量の移動速度等に基づく予報 ナウキャストよりも長時間の予報 	全国 1km メッシュ 全国 1km メッシュ	過去 12 時間 6 時間先まで	30 分 30 分
	レーダー・ナウキャスト [ホーム>防災気象情報>レーダー・ナウキャスト(降水・雷・竜巻)]	レーダー (降水強度分布) ナウキャスト (降水分布予報)	<ul style="list-style-type: none"> 値の精度は降水量や解析雨量より低い 更新頻度が高い 短時間の予報であり、比較的、精度が高い 更新頻度が高い 	全国 1km メッシュ 全国 1km メッシュ	過去 3 時間 1 時間 先まで	5 分 5 分
	洪水予報等 [ホーム>防災気象情報>洪水予報]	洪水予報	<ul style="list-style-type: none"> 氾濫注意、警戒、危険、発生、解除 「洪水予報指定河川」が対象 	沖繩を除く 約 320 河川	注意～解除	随時
国土交通省 【川の防災情報】	テレメータ雨量・水位・水質 [ホーム>テレメータ雨量・水位・水質・積雪]	雨量 (雨量計観測値) 水位 (水位計観測値) 水質 (水質自動監視装置)	<ul style="list-style-type: none"> 値が正確 気象庁より地点数が多く、更新頻度が高い (気象庁を含む各種機関のデータを統一的に扱う) 一級河川だけでなく二級河川も扱う 河川の増水を定量的に把握できる 濁度や pH 値、電気伝導率等(地点により異なる) 水質変化を直接把握できるが、地点数は少ない 	全国 約 10,000 地点 全国 約 6,700 地点 全国 約 400 地点	過去 3 日 過去 4 時間 過去 3 日 過去 4 時間 過去 2 日	1 時間 10 分 1 時間 10 分 1 時間
	XRAIN [ホーム>XRAIN]	XバンドMPレーダー 雨量(降水強度分布)	<ul style="list-style-type: none"> 従来のレーダーよりも精度と更新頻度が高い 運用地域は限定的(拡充中) 	本州・九州中心 250m メッシュ	過去 30 分	1 分
	ダム諸量一覧 [ホーム>ダム情報]	放流量、貯水位等	<ul style="list-style-type: none"> 国のほか水資源機構や自治体管理のダムも扱う 地域ごとに網羅的に確認可能、履歴は確認不可 	全国 約 700 地点	最新情報 のみ	10 分
	(つづく)					

サイト名 (URL:欄外参照)	コンテンツ名 [トピックパス]	情報項目	特徴	対象範囲 ・地点数	対象期間	更新 間隔
国土交通省 【川の防災情報】 (つづき)	ダム放流通知 [ホーム>ダム放流通知]	ダム放流通知	<ul style="list-style-type: none"> • 通知、解除 • 国及び水資源機構管理のダムの一部 	全国 約120 ダム	第1号 ～解除	随時
	都道府県河川情報 [ホーム>リンク集]	防災情報サイトの リンク	<ul style="list-style-type: none"> • リンク先の内容は様々であるが、河川ライブカメラを確認できる都道府県もある 	各都道府県	—	—
ウェザー ニュース	ライブカメラ Ch [ホーム>ALL Channel]	空の様子 (ライブカメラ)	<ul style="list-style-type: none"> • 会員の協力により成り立っている、公的機関設置のカメラに比べて地点は変わりやすい • 閲覧は会員登録不要、無料 	全国 約200 地点	過去10分	随時
	ゲリラ雷雨 Ch [ホーム>ALL Channel]	ゲリラ雷雨発生の 危険性	<ul style="list-style-type: none"> • 協力会員による目視と WITH レーダーにより、ゲリラ雷雨発生の危険性を予測 • 7月下旬～9月末の期間限定サービス • 閲覧は会員登録不要、無料 • 携帯サイトには「ゲリラ雷雨メール」(会員向け有料) サービスもある 	全国	—	随時

注1) 各サイトのトップページのURLは次のとおり。

気象庁 …… <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

国土交通省【川の防災情報】 …… <http://www.river.go.jp/>

ウェザーニュース …… <http://weathernews.jp/>

注2) 他の気象予報サイトも含めて幾つものweb サイトより同一又は同種の情報が配信されているが、ここでは情報量が多く更新頻度の高いサイトを例示した。

7.2 水質測定

高濁度原水へ対応する際の水質測定において、特に経験の浅い技術者が留意すべきこと（下記(1)、(3)）や自動計器が十分に整備されていない場合の対処方法（下記(2)、(4)）を紹介する。

- (1) プロセス濁度計が測定範囲を超える場合の対応方法（レンジ切替、手分析）
- (2) 簡易測定キットや携帯型計器（自動計器による水質測定の補完）
- (3) 高濁度原水における色度の測定
- (4) 電気伝導率を用いた原水アルカリ度の監視

【解説】

(1) プロセス濁度計が測定範囲を超える場合の対応方法について

- ✓ 濁度計の指示値が当該計器の測定範囲上限を超過している場合は、正確な値を測定できていないので、状況に応じて図 7-1 に示すいずれかの対応を講じる。

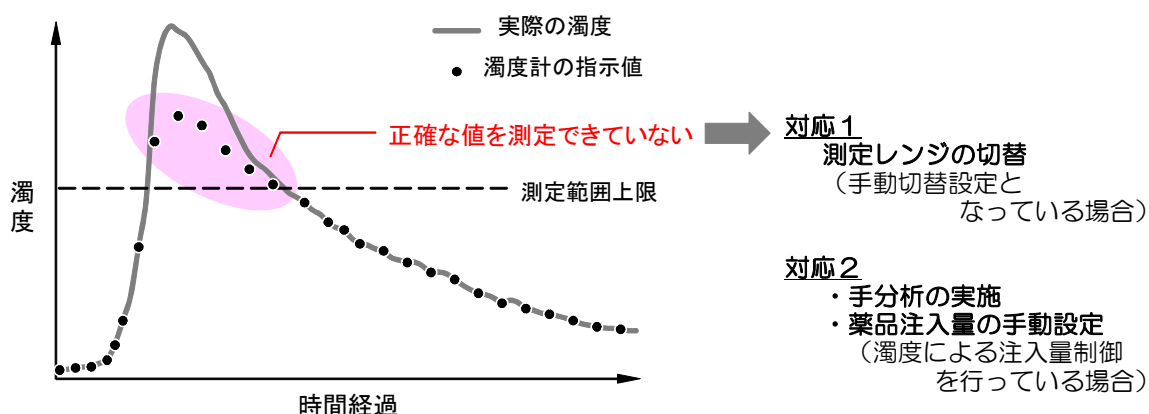


図 7-1 測定範囲の超過による問題と対応方法

1) 対応 1：測定レンジの切替について

- ✓ 濁度変動の大きい原水に適用する濁度計は、複数の測定レンジ（例えば、低濁度用と高濁度用）を備えているものが多く、通常、レンジ切替は自動又は手動を選択できるようになっている。
- ✓ レンジ切替が手動のまま低濁度用レンジを使用している場合は、それよりも高い濁度のレンジに切り替える。
- ✓ なお、特に問題がないのであれば、レンジ切替は自動にしておく。

2) 対応 2：手分析の実施について

- ✓ プロセス濁度計の指示値が高濁度用レンジの上限値を超過する場合は、手分析により濁度を測定する。ただし、携帯型濁度計にも測定範囲があるので、その上限を超える場合は、サンプルを希釈して、指示値をもとに実際の濁度を計算する（表 7-3 参照）。

- ✓ なお、プロセス濁度計の値を用いて薬品注入量の自動制御を行っている場合は、注入量を手動で設定する。

表 7-3 サンプル希釈による濁度測定方法（測定上限が 200 度の濁度計の場合）

分析サンプルの調製 (混合割合)	希釈倍率 (a)	濁度計指示値 (b)	実際の濁度 (a×b)	備考
原水 1 : 1 希釈水	2	820 度	—	濁度計が値を示しても、測定範囲を超える値を用いて計算してはならない。
1 : 2	3	650 度	—	
1 : 4	5	395 度	—	
1 : 9	10	188 度	約 1,900 度	
注 1 : 原水や分析サンプルを取り分ける場合、直前に良く攪拌する。 (静置により濁質が沈降した上澄みを用いても正しい値は得られない) 注 2 : 希釈水は蒸留水 (精製水) を用いることが望ましいが、準備できなければ市販のボトルウォーターや水道水を用いてもよい。				

(2) 簡易測定キットや携帯型計器について

- ✓ 浄水施設の各工程では、表 4-3 に示した内容の水質測定を行う。現段階でこれらの測定が実施できていない場合は、安価な簡易測定キットや携帯型計器による方法でもよいので、実施を検討する。
- ✓ 簡易測定キットや携帯型計器は様々な商品があるので (表 7-4 に一例を示す)、測定範囲や分解能 (携帯型計器の場合。表 7-5 参照) に注意して選定する。
- ✓ 試薬の使用期限やセンサーの校正等の保守については、メーカー指定方法に従う。
- ✓ 同一サンプルを測定しても機器や測定レンジによって指示値は異なることがあるので、使用に際しては次の点に留意する。
 - 告示法等に基づく手分析値や高精度の工業計器指示値との相関性の把握
 - 使用機器の固定 (毎回、同じ機器で測定する)

表 7-4 簡易測定キットや携帯型計器の一例

項目	商品名 (製造メーカー、国内代理店)	タイプ	測定範囲	メーカー URL ※1
濁度	高感度濁度計 TR-55 (笠原理化学工業)	携帯型計器	0.01~1,100 度 (3レンジ自動切替)	①
	携帯用濁度計 TurbiCheck WL (セントラル科学)	携帯型計器	0.01~1,100 NTU ※2	②
濁度・色度	デジタル濁色度計 WA-PT-4DG (共立理化学研究所)	携帯型計器	濁度：0.0~20.0 度 色度：0.0~50.0 度	①
	濁度/色度センサー TCR-30 (笠原理化学工業)	携帯型計器	濁度：0.00~50.0 度 色度：0.00~50.0 度	③
pH値	コンパクト pH メータ B-712 (堀場製作所)	携帯型計器	2~12	④
	ポータブル pH 計 HM-31P (東亜ディーケーケー)	携帯型計器	0~14	⑤
	パックテスト pH-BTB ※3 (共立理化学研究所)	簡易測定キット (約 50 回分)	5.8~8.0 以上 (0.2 間隔)	①
アルカリ度	ドロップテストMアルカリ度 ※3 (共立理化学研究所)	簡易測定キット (約 100 回分)	5~500mg/L	①
電気伝導率	EC テスター DiST 3 (ハンナインスツルメンツ)	携帯型計器	0~199.9 mS/m (0~1,999 μ S/cm)	⑥
	コンパクト電気伝導率計 B-711 (堀場製作所)	携帯型計器	0~1,990 mS/m (0~19,900 μ S/cm)	④

※1：各メーカー・代理店の web サイトの URL は次のとおり
 ① 共立理化学研究所：<http://kyoritsu-lab.co.jp/index.html>
 ② セントラル科学：<http://www.aqua-ckc.jp/>
 ③ 笠原理化学工業：<http://www.krjpn.co.jp/index.html>
 ④ 堀場製作所：<http://www.horiba.com/jp/>
 ⑤ 東亜ディーケーケー：<http://www.toadkk.co.jp/index.html>
 ⑥ ハンナインスツルメンツ：<http://www.hanna.co.jp/index.html>

※2：1NTU は約 0.7 度に相当する^[9]。上表の製品はオプションで度表示への校正が可能

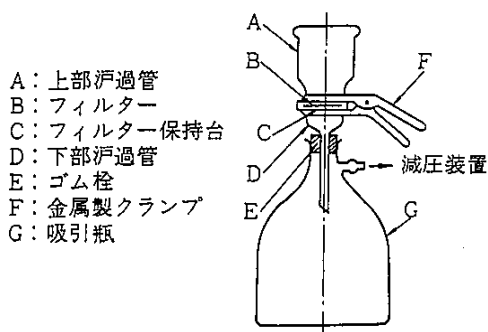
※3：濁りで測定できない場合は、「(3)高濁度原水における色度の測定について」で紹介する方法等によって得た、ろ液を測定する。

表 7-5 携帯型計器で最小限必要な分解能（最小測定単位）

項目\地点	原水	薬品混和水 (凝集)	沈澱処理水	ろ過水
濁度	1 度	—	0.1 度	0.01 度
色度	1 度	—	0.5 度	0.5 度
pH値	0.1	0.1	0.1	0.1

(3) 高濁度原水における色度の測定について

- ✓ 本書の随所 (3(3)、5.3(2)、7.3.2(2)等) で凝集剤注入率の設定における原水色度の影響について触れているが、この場合に把握が必要となるのは濁りの影響を除いた「真の色度」である。
- ✓ 濁りを除くためのろ過操作に必要な器具として、多くの専門書では吸引ろ過器 (図 7-2①参照) が例示されているが、必要とするろ液量や使用頻度が少ない場合は安価なシリンジろ過器 (図 7-2②参照) で十分である。
- ✓ 表 7-4 で紹介したような、濁度を同時に測定できる色度計の場合は濁度補正機能が備わっているため、濁度が測定範囲内であればろ過操作は不要である。

①吸引ろ過器 (減圧ろ過器) ^[10]

- A: 上部ろ過管
- B: フィルター
- C: フィルター保持台
- D: 下部ろ過管
- E: ゴム栓
- F: 金属製クランプ
- G: 吸引瓶

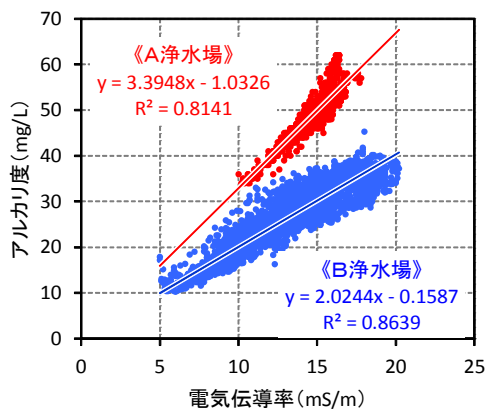
②シリンジろ過器



図 7-2 ろ過器具の一例

(4) 電気伝導率を用いた原水アルカリ度の監視について

- ✓ アルカリ度は凝集において非常に重要な水質項目であるが、手分析での測定には相応の器具や訓練を必要とし、自動測定装置には高価で保守管理が煩雑といった課題がある。
- ✓ 一方で、電気伝導率は簡便かつ比較的安価な機器により測定でき、アルカリ度との相関関係がある程度認められる。したがって、電気伝導率を指標としてアルカリ度を監視することが考えられる。ただし、実用に際しては次の点に留意が必要である。
 - 全国一律の換算式で表現することはできない。予め浄水場ごとに電気伝導率とアルカリ度の関係を把握する (図 7-3 参照)。
 - 同じ浄水場のアルカリ度であっても、換算式による計算値と実際値には、場合によっては±5mg/L程度の誤差がある (図 7-3 参照)。よって、計算値を基に前アルカリ注入率を決定しようとする場合、負の誤差を意識し過ぎると前アルカリを過剰に注入しかねない。
 - したがって、失敗のない活用方法として、表 7-6 に示す方法を推奨する。
 - 原水で構築した換算式を薬品混和水や沈澱処理水に適用することはできない。



《A浄水場》
 水 源：酒匂川
 データ：高濁度原水発生時を中心とする、平成 24 年 2 月～10 月の 106 日の毎時データ

《B浄水場》
 水 源：西川（信濃川水系）
 データ：平成 22 年 4 月～平成 23 年 1 月及び平成 23 年 7 月～8 月の 267 日の毎時データ

図 7-3 原水における電気伝導率とアルカリ度の関係の一例

表 7-6 推奨する電気伝導率を用いたアルカリ度の監視方法

ステップ 1	まず、原水アルカリ度の管理基準に対応する電気伝導率の管理基準を設定 ※ 誤差の考慮が必要 ※ 仮に原水アルカリ度の管理基準が 20mg/L の場合、図 7-3 の B 浄水場では原水電気伝導率の管理基準は 13 mS/m に設定することが適切
ステップ 2	日常的には、電気伝導率を監視
ステップ 3	電気伝導率の管理基準を逸脱した場合は、手分析や簡易測定キットによりアルカリ度を実測

7.3 凝集沈澱

7.3.1 通常時も含む改善手法

凝集沈澱の改善・向上のために通常時も含めて取り組むべき、あるいは取り組むことを推奨する事項として、下記(1)～(3)を紹介する。

- (1) 薬品注入の順序や場所の適正化 《必須事項》
- (2) 横流式沈澱池における攪拌強度の強化 《推奨事項》
- (3) 超高塩基度 PAC の使用 《アルカリ度不足に苦慮している場合に推奨》

【解説】

(1) 薬品注入の順序や場所の適正化について 《必須事項》

- ✓ pH調整剤(酸剤、アルカリ剤)を十分に混和した後に、凝集剤を注入・混和する(図 7-4 参照)。前塩素については、その注入による pH変化は大きくないものの、pH調整剤に準じた注入点とすることが望ましい。
- ✓ 凝集用薬品は、注入後、速やかにかつ均一に拡散できる場所に注入する(図 7-4 参照)。特に、薬品注入後の原水を複数系列に分配する場合は、系列によって実際の薬品注入率に差異が生じることがないように注入場所を選定、または注入方法を工夫する(図 7-5 参照)。
- ✓ 薬品注入場所の選定にあたっては、薬品注入量の制御に支障をきたさないよう、水質計器のセンサー設置点やサンプリング水採水点との位置関係にも配慮する。

良い例	例 1	<p style="text-align: center;"><取水井> <薬品混和池></p>	<p>【良い点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 薬品の注入順序が適切である。 ○ いずれの薬品も、良く混和される場所に注入している。 <p>(注) 凝集剤は、目視確認が容易なよう、水面上から滴下する場合もある。</p>
悪い例	例 2	<p style="text-align: center;"><取水井> <薬品混和池></p>	<p>【悪い点】</p> <ul style="list-style-type: none"> × 薬品を同じ場所で注入している。
	例 3	<p style="text-align: center;"><取水井> <薬品混和池></p>	<p>【悪い点 (pH調整剤)】</p> <ul style="list-style-type: none"> × 速やかな混和を期待できない場所で注入している。

図 7-4 凝集用薬品の注入順序や注入場所(縦断図)

良い例	例 1	<p><着水井> <薬品混和池></p>	【良い点】 ○ 薬品の注入順序が適切である。 ○ 系列ごとの薬品注入と注入量管理を行っている。
	例 2	<p><着水井> <薬品混和池></p>	【良い点】 ○ 薬品の注入順序が適切である。 ○ 例 4 のように pH調整剤を無理に分配せず、全体に均一に拡散しやすいよう注入している。
悪い例	例 3	<p><着水井> <薬品混和池></p>	【悪い点 (pH調整剤)】 × 注入した薬品が一方の系列に偏りやすいので、実際の注入率が系列により異なりやすい。
	例 4	<p><着水井> <薬品混和池></p>	【悪い点 (pH調整剤)】 × 各系列に薬品を分配しているだけで、系列ごとの注入量管理は行っていない。

図 7-5 凝集用薬品の注入場所（平面図：着水井終端で系統分岐するケース）

(2) 横流式沈澱池における攪拌強度の強化について 《推奨事項》

- ✓ 薬品混和（急速攪拌）とフロック形成（緩速攪拌）における攪拌強度は、凝集効果に大きな影響を与える因子である。しかし、近年の研究で報告されている攪拌強度の適正值に対して、「水道施設設計指針」に基づく実施設の攪拌強度は、やや弱いことが多い（表 7-7(ア) (イ)参照）。特に、迂流式フロック形成池の攪拌強度は弱い傾向がある。
- ✓ したがって、表 7-7(ウ)に示すような改善方法で攪拌強度を強化できれば、沈澱処理水濁度の低下や凝集剤使用量の削減が期待できる。

表 7-7 攪拌強度の適正值と実際値の比較及び改善方法

		薬品混和池	フロック形成池
(ア) 実施設で多い攪拌強度		G 値 : 100~200 s ⁻¹	G T 値 : 23,000~210,000
(イ) 近年報告された適正な攪拌強度 (PAC の場合)		G 値 : 450 s ⁻¹ 付近 ^[11] (図 7-6 参照)	G T 値 : 100,000~150,000 ^[12] (図 7-7 参照)
(ウ) 改善方法	機械式の場合	<ul style="list-style-type: none"> • 回転数の調整 • 攪拌翼の交換 (面積増) 	<ul style="list-style-type: none"> • 回転数の調整
	ポンプ式の場合	<ul style="list-style-type: none"> • 拡散ポンプの増設 • 阻流板の設置 	(一般的にはポンプ攪拌式フロック形成池は存在しない)
	迂流式の場合	<ul style="list-style-type: none"> • 迂流壁の増設 • 拡散ポンプの併用 	<ul style="list-style-type: none"> • 迂流壁の増設
	上記方式共通	<ul style="list-style-type: none"> • 凝集剤注入点を上流側 (例えば着水井) の堰落部に移設 (トータルでG 値を確保) 	

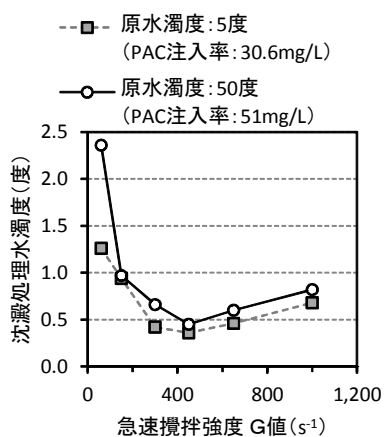


図 7-6 急速攪拌強度 (G 値) と沈澱処理水濁度の関係 ^[11]

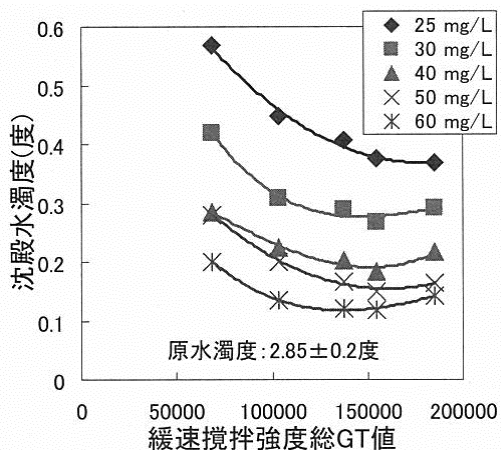


図 7-7 緩速攪拌強度 (GT 値) と沈澱処理水濁度の関係 ^[12]

(3) 超高塩基度 PAC の使用について 《アルカリ度不足に苦慮している場合に推奨》

✓ 超高塩基度 PAC（塩基度約 70%）は、凝集剤に由来する水道水の残存アルミニウム濃度の低減を目的に開発された凝集剤であるが、従来の PAC（塩基度約 50%）よりもアルカリ度の消費が少なく、それに伴い pH 値の低下も少ないという特徴もある（図 7-8 参照）。したがって、高濁度原水の処理においてアルカリ度の確保に苦慮している浄水場で使用すると、次のような効果が得られることが期待できる。

- アルカリ度不足とそれに伴う低 pH 値による凝集不良が生じにくくなる
- アルカリ剤の注入量管理の負担が軽減される

✓ 沈殿処理水濁度やろ過水濁度は従来の PAC と変わらない場合が多い（図 7-9 参照）。

✓ なお、平成 25 年度末現在において JIS 規格には適合しておらず、日本水道協会の認証登録を受けた製品もない。したがって使用に際しては、予め、次のような視点で実験検証を行うことを推奨する。

- 水道施設の技術的基準を定める省令（平成 12 年 2 月 23 日、厚生省令第 15 号）への適合判定（必須）
- 注入率とアルカリ度低下の関係把握
- 処理効果や注入率に悪影響がないことの確認

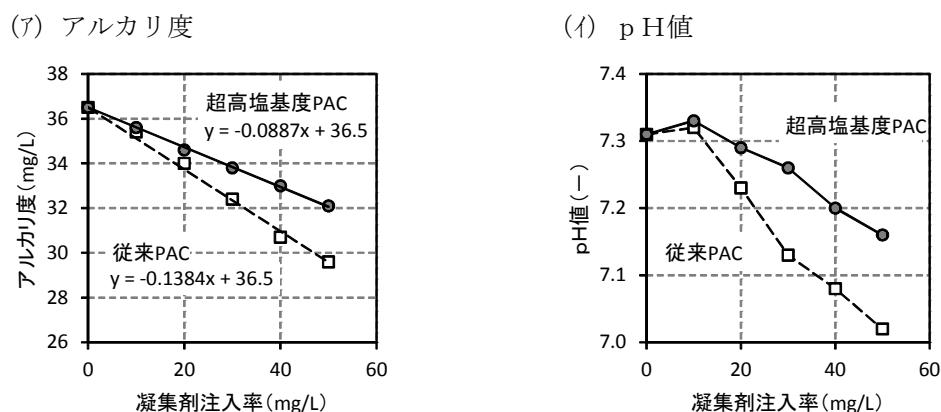


図 7-8 凝集剤によるアルカリ度消費と pH 値低下
(ジャーテストによる結果)

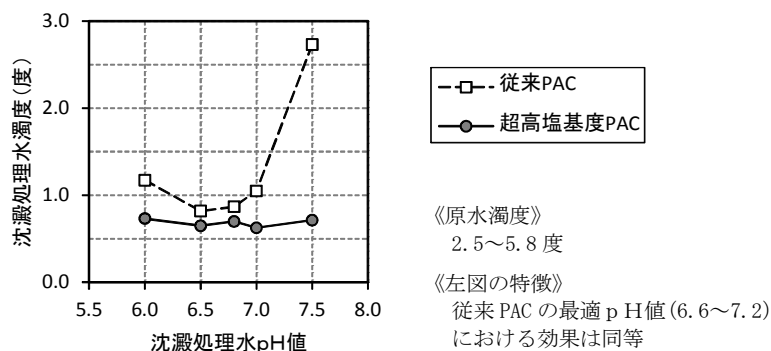


図 7-9 沈殿処理水の pH 値と濁度の関係 (プラント実験による結果)

7.3.2 高濁度原水発生時の管理手法

高濁度原水発生時における凝集沈澱の管理手法として、下記(1)～(6)を紹介する。

- (1) 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の先行増量と遅延低減 《推奨事項》
- (2) 適切な凝集剤注入率の設定 《必須事項に係る参考例の紹介》
- (3) 適切な前アルカリ注入率の設定 《必須事項に係る参考例の紹介》
- (4) 沈澱池排泥の適正化 《必須事項に係る参考例の紹介》
- (5) 高濁度原水対応時のジャーテスト
- (6) 処理状況の目視確認の要領

【解説】

(1) 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の先行増量と遅延低減について 《推奨事項》

✓ 原水濁度変動に対する凝集剤注入率操作の時機（タイミング）について、プラント実験により次のような知見が得られている。

- 対応遅れ等による凝集剤の注入不足は、沈澱処理水濁度とろ過水濁度の上昇を招く（図 7-10 の※2）。
- しかし、凝集剤の注入過剰は沈澱処理水濁度に悪影響を及ぼさず、ろ過水濁度を低く抑える効果がある（図 7-10 の※1、※3）。

✓ したがって、凝集沈澱の悪化を回避するため、あるいはろ過水濁度を低下させるために、原水濁度変動に対して次のように凝集剤注入率を操作することを推奨する。

原水濁度の上昇前及び上昇期：対応遅れとならないよう、30～60 分後の濁度を見越して、先行的に凝集剤注入率を増量[§]

原水濁度の下降期：注入強化となるよう、凝集剤注入率の低減を 30～60 分程度遅延

✓ 原水濁度の測定点が着水井だけであって事前に把握することが困難な場合には、ジャーテスト等に基づく最適注入率よりも凝集剤を 10～20mg/L 程度（原水濁度の上昇が著しく速い場合は 20～50mg/L 程度）高く設定することにより、同様の効果が得られる。

[§] 取水点から着水井までの流下時間が 30～60 分程度ならば、取水点の濁度計の指示値をもとに設定すればよい。

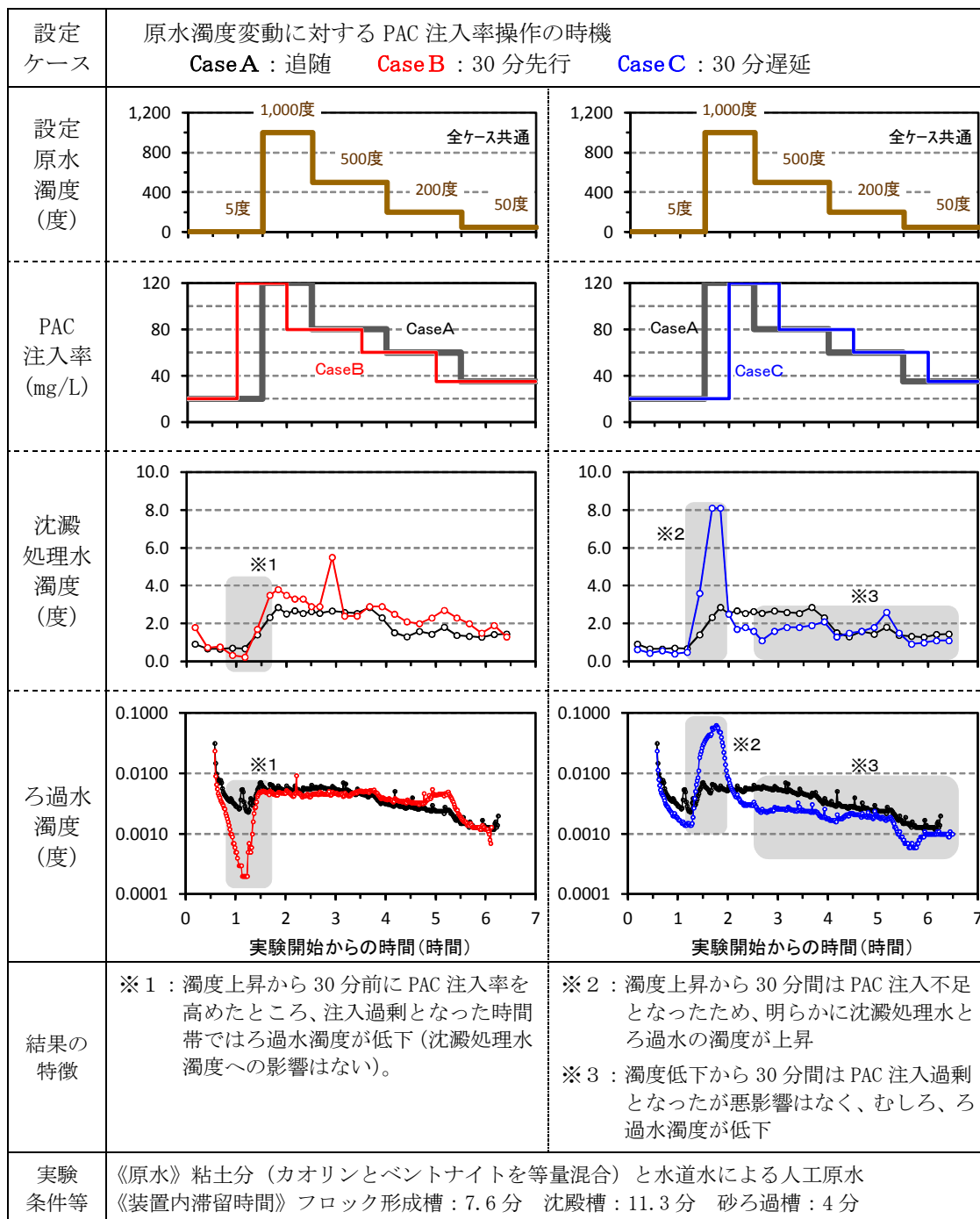


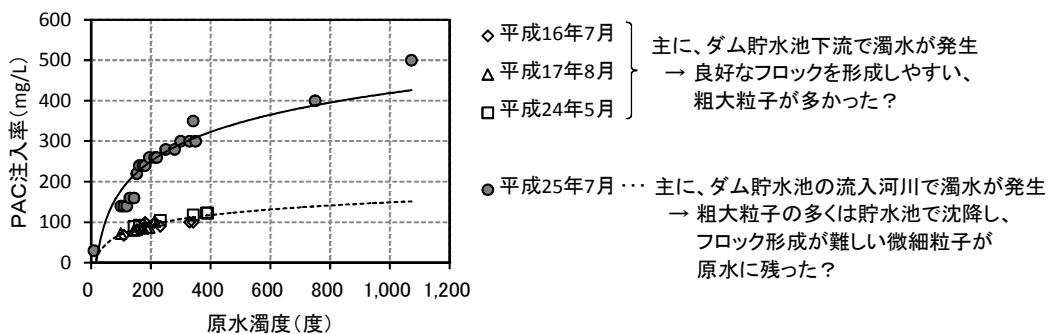
図 7-10 PAC 注入率操作の先行や遅延が処理効果に及ぼす影響 (プラント実験による結果)

(2) 適切な凝集剤注入率の設定について 《必須事項に係る参考例の紹介》

- ✓ 凝集剤の必要量は原水濁度だけで決まるものではなく、水質特性や施設特性の影響を大きく受ける。よって、適正注入率を一意的に設定することはできないが、以下では、注入率設定の一助として、幾つかの事例や水質特性が与える影響について紹介する。

1) 原水濁度と PAC 注入率の関係の例

- ✓ 実施設における PAC 注入率の例を図 7-12 に示す。各例の特徴は図中に示したとおりである。比較的、汎用性が高いと考える例 1～例 3 について、注入率早見表を資料 11 に整理した。
- ✓ 多くの場合、図 7-12 の例のように、誤差範囲はあるものの、原水濁度と凝集剤注入率の関係は一つの関係式で表すことができるが、図 7-11 のように既往の傾向が全くあてはまらなかったケースもある。このことから、ジャーテストや処理状況に応じた注入率設定が重要であることがわかる。

図 7-11 原水濁度と PAC 注入率の関係^[13] (既往傾向と大きく異なった例)

	原水水質の特徴 <small>注)</small>			原水濁度と PAC 注入率の関係		特徴
	色度	pH値	アルカリ度			
※例 1	低	中	低			色度成分の凝集や pH調整に要する凝集剤が少ない ↓ 濁度と注入率の関係としては、例2や例3より標準的
※例 2	高	中	低			原水色度が高い ↓ 濁度成分だけでなく、色度成分の凝集にも凝集剤が必要 ↓ 例1と比較して、濁度のわりに注入率が高い
※例 3	低	高	高			原水 pH値が高い ↓ 濁度成分の凝集だけでなく、pH値を凝集に適した範囲に下げるためにも凝集剤が必要 ↓ 例1や例4と比較して、濁度のわりに注入率が高い
例 4	低	高	高			原水 pH値が高い場合は酸注入を実施 ↓ pH調整のための凝集剤は不要 ↓ 濁度と注入率の関係は例1に類似
注) 原水水質の特徴		色度(真色度の最高)	高: 40度以上	低: 10度以下		
		pH値	高: 7.5~8.0	中: 7.0~7.5		
		アルカリ度	高: 25~60mg/L	低: 15~30mg/L		

図 7-12 原水濁度と PAC 注入率の関係 (実施における毎時データ)

※例1～例3については、注入率早見表を資料11に示す。

2) 色度が共存する場合の凝集剤注入率について

- ✓ 図 7-12 の例 2 でも触れたように、色度が高い原水では、より多くの凝集剤注入が必要となる。なお、凝集剤注入率に影響を与えるのは有機物による色度成分（特に、フミン酸）であり、無機物による色度成分（たとえば鉄の微細コロイド）は影響しない（図 7-13 参照）。
- ✓ 人工原水を用いた実験例によれば、色度 10 度につき PAC 注入率を 15~20mg/L 程度高める必要がある（図 7-13 参照）。

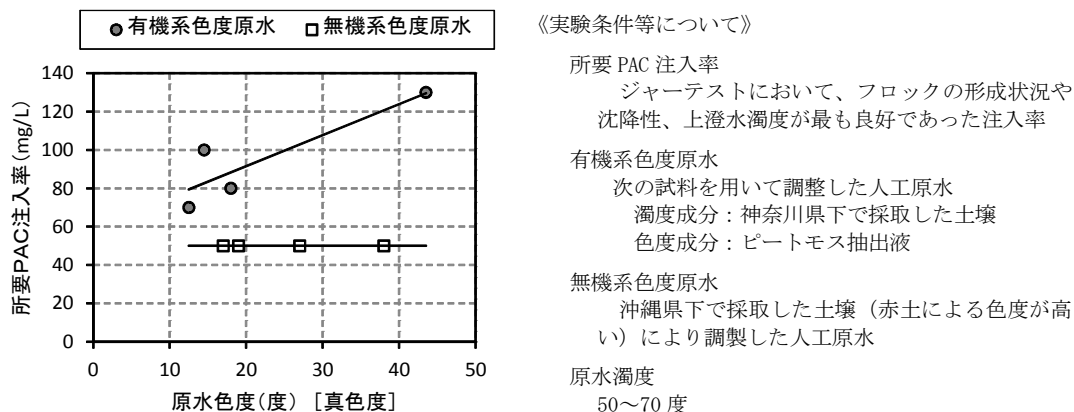


図 7-13 色度成分が凝集剤注入率に与える影響の一例

3) 原水濁度の下降期の凝集剤注入率について

- ✓ 原水濁度の上昇期に比べて下降期はフロックが成長しにくいことが知られており、その理由は濁質の大きさの違いにあると考えられている。
- ✓ このことを裏付けるものとして、自然土壌による人工高濁度原水を静置した後の上澄みでは、静置前より濁度が 4~6 割低下したものの PAC 注入率は 1~4 割多く必要となった実験例がある（図 7-14 参照）。
- ✓ 以上のことより、原水濁度のピークが過ぎた後でも、処理状況に応じた注入率設定が重要であることがわかる。

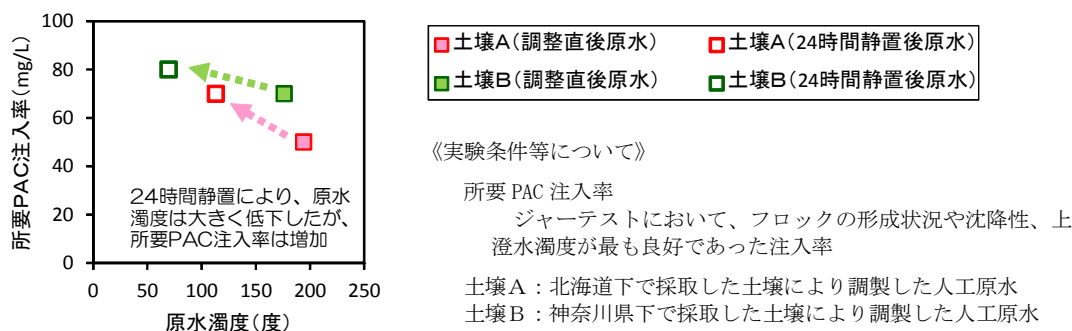


図 7-14 濁質の大きさが凝集剤注入率に影響を及ぼすことを示唆する実験結果

(3) 適切な前アルカリ注入率の設定について《必須事項に係る参考例の紹介》

- ✓前アルカリ注入率の見当がつかない場合は、図 7-15 に示す早見図を参考に設定すればよい。なお、図 7-15 に示した目標 pH 値と前アルカリ注入率の関係は水質条件等によって異なるものであり、幾つかの条件における早見図と早見表を資料 12 に整理した。
- ✓ただし、資料 12 に示した早見表は化学量論に基づき作成したものであり、浄水場によっては、このとおりに設定すると注入過剰となり凝集 pH 値が高くなりすぎる場合もある。したがって、まずは早見表から読み取った注入率の 8 割程度に設定し、凝集 pH 値に応じて注入率を微調整することを推奨する。

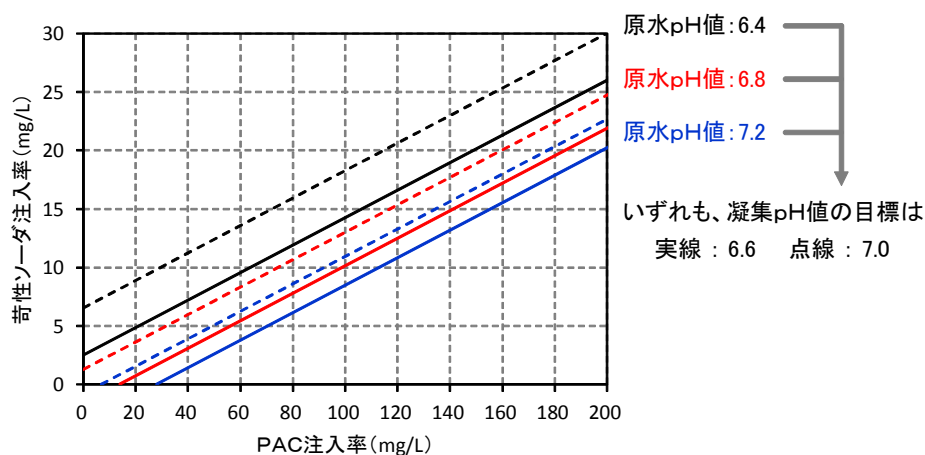


図 7-15 前アルカリ注入率早見図の一例（苛性ソーダ：原水アルカリ度 15mg/L の場合）

(4) 沈澱池排泥の適正化について 《必須事項に係る参考例の紹介》

✓凝集沈澱において発生するスラッジ量は (式1) により算出できる。

$$S = Q \left(\underbrace{T \cdot E_1}_{\text{濁質由来}} + \underbrace{C_{Al} \cdot E_2 \cdot E_3}_{\text{凝集剤由来}} + \underbrace{C_{CA}}_{\text{粉末炭由来}} \right) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (式1)$$

- S : スラッジ発生量 (kg/日 : スラッジに含まれる固形物の乾燥重量)
- Q : 凝集沈澱の処理水量 (m³/日)
- T : 原水濁度 (度)
- E₁ : 濁度とSS (浮遊物質) との換算率 (1.0 前後であることが多い)
- C_{Al} : 凝集剤注入率 (mg/L)
- E₂ : 凝集剤の酸化アルミニウム濃度 (PAC : 10%、硫酸ばんど : 8%)
- E₃ : 水酸化アルミニウムと酸化アルミニウムの比率 (1.53)
- C_{CA} : 粉末活性炭注入率 (mg/L : 乾燥重量としての注入率)

✓原水濁度が数度程度の場合は凝集剤に由来するスラッジが全体の過半を占めるが、原水濁度が50度を超える付近からは濁質に由来するスラッジが9割以上を占めることになる。したがって、高濁度原水下では原水濁度と処理水量にほぼ比例してスラッジ発生量が増加する (図 7-16 参照)。つまり、原水濁度によっては、通常時の何十倍ものスラッジが発生するので、状況に応じて排泥間隔を調整するしなければならない。

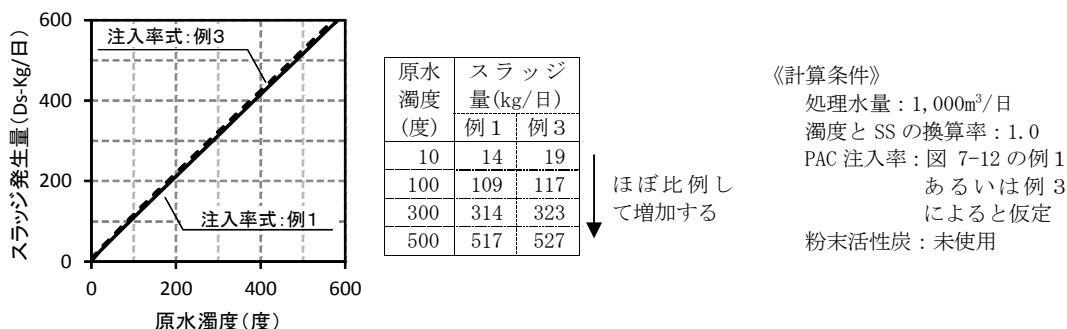
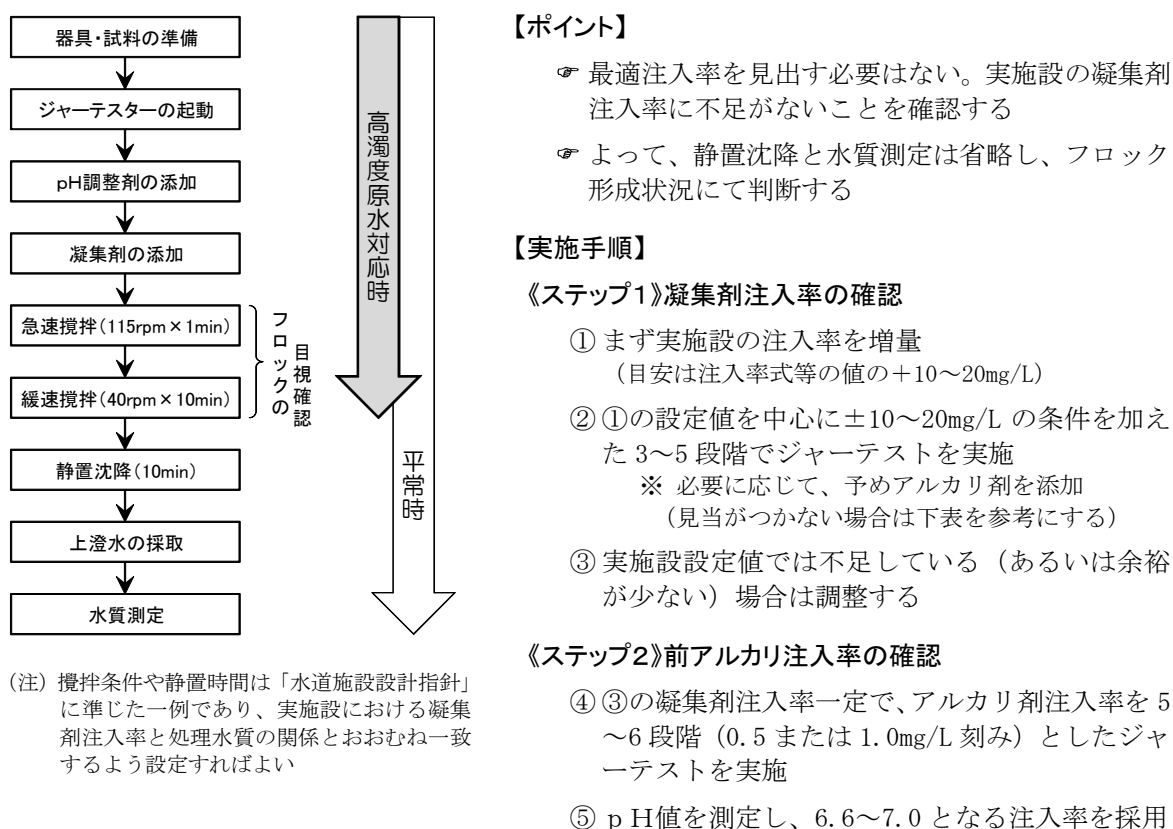


図 7-16 原水濁度とスラッジ発生量 (乾燥重量) の関係の一例 (Q=1,000m³/日の場合)

(5) 高濁度原水対応時のジャーテストについて

- ✓ 通常の手順でジャーテストを実施すると、慣れた技術者であっても1時間近くを要するので、原水濁度が急上昇している場合にあっては、結果が得られた頃には原水水質が大きく変化していることになる。
- ✓ よって、このような場合は、ジャーテストに先行して実施設の凝集剤注入率を増量しておき、さらなる増量の可否をジャーテストのフロック形成状況より判断する。
- ✓ 高濁度原水対応時のジャーテスト実施要領を表 7-8 に示す。

表 7-8 高濁度原水対応時のジャーテストの要領



(注) 攪拌条件や静置時間は「水道施設設計指針」に準じた一例であり、実施設における凝集剤注入率と処理水質の関係とおおむね一致するよう設定すればよい

(参考) アルカリ剤注入率の目安

PAC 注入率		30	40	60	80	100	120	140	160	180	200
アルカリ剤 注入率	苛性ソーダの場合	—	3.6	6.0	8.3	10.7	13.0	15.4	17.7	20.1	22.4
	ソーダ灰の場合	—	7.0	11.6	16.2	20.7	25.3	29.9	34.5	39.1	43.6

(単位: mg/L)

(6) 処理状況の目視確認の要領について

- ✓ 原水水質や処理状況の評価において水質計器の指示値は重要であるが、計器故障の可能性やタイムラグ（採水から測定までの時間、あるいは凝集沈澱の通過時間等）があることを考慮して、現場での目視確認を必ず行う。
- ✓ 高濁度原水対応に関する留意事項等を表 7-9 に整理する

表 7-9 高濁度原水対応に係る目視確認の要領

実施時期 の留意点	<ul style="list-style-type: none"> • 日頃から定期的に行う（通常の状態を把握するため） • その場合、雨天時や夜間にも行う ※処理の状態が同じでも、天候や時間帯によって印象は変わる ※投光器や懐中電灯を使用する • 計器異常の警報時だけでなく、異常が疑われる場合にも必ず行う • 上流で強い降雨があった場合にも行う（取水口や着水井を中心に） 				
確認すべき 内容	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">水質</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 原水の濁り具合 • フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度 • 沈澱処理水の澄み具合 （タラップや整流孔（写真 7-1 参照）が見える段数等も大いに参考になる） </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">施設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 取水口の様子（流木等の有無） • 薬品が設定値どおりに注入されていること （実測する。注入量を増やすと注入配管が詰まりやすい。） • その他、機器が正常に作動していること </td> </tr> </table>	水質	<ul style="list-style-type: none"> • 原水の濁り具合 • フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度 • 沈澱処理水の澄み具合 （タラップや整流孔（写真 7-1 参照）が見える段数等も大いに参考になる） 	施設	<ul style="list-style-type: none"> • 取水口の様子（流木等の有無） • 薬品が設定値どおりに注入されていること （実測する。注入量を増やすと注入配管が詰まりやすい。） • その他、機器が正常に作動していること
水質	<ul style="list-style-type: none"> • 原水の濁り具合 • フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度 • 沈澱処理水の澄み具合 （タラップや整流孔（写真 7-1 参照）が見える段数等も大いに参考になる） 				
施設	<ul style="list-style-type: none"> • 取水口の様子（流木等の有無） • 薬品が設定値どおりに注入されていること （実測する。注入量を増やすと注入配管が詰まりやすい。） • その他、機器が正常に作動していること 				

(タラップ)



(整流孔)



写真 7-1 タラップと整流孔

7.4 二段凝集

二段凝集は、簡易な設備と簡便な管理によってろ過水濁度の上昇を回避できる方法であるため、その効果や方法、留意事項を紹介する。

- (1) 高濁度原水への対応において期待される効果
- (2) 通常時において期待される効果
- (3) 実施方法（注入量、注入設備等）
- (4) ろ過抵抗への影響と改善策

【解説】

(1) 高濁度原水への対応において期待される効果について

- ✓ 高濁度原水への対応では、次のような場合に沈澱処理水やろ過水の濁度が上昇しやすい。
 - 原水濁度変動への凝集剤注入率の追従が遅れたことによる、凝集剤の注入不足
 - スラッジの過堆積等によるブロックの巻き上げ
 - 前アルカリ注入率の厳密な管理が難しく、最適な凝集 pH 値を逸脱することによるブロック形成の悪化
- このような場合に予め二段凝集を行っておけば、ある程度の沈澱処理水濁度の上昇であれば、ろ過水濁度の上昇を回避できる（図 7-17 及び図 7-18 参照）。
- ✓ このように凝集沈澱悪化に対するバックアップ効果があるので、二段凝集の実施により、凝集沈澱管理における余裕度は大きくなる。

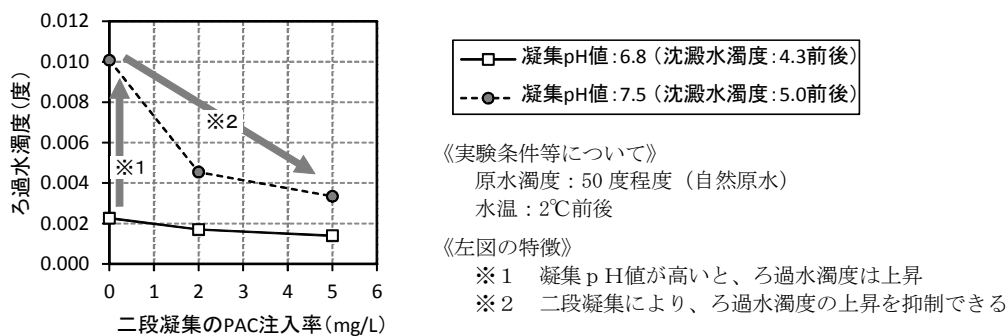


図 7-17 最適 pH 値逸脱時の二段凝集によるろ過水濁度の改善効果（プラント実験による結果）

設定 ケース	凝集剤注入不足に対する効果の検証 Case A ：凝集沈澱適正（二段凝集なし） Case B ：注入不足（二段凝集なし） Case C ：注入不足＋二段凝集	沈澱不良に対する効果の検証 Case A ：凝集沈澱適正（二段凝集なし） Case D ：沈澱不良（二段凝集なし） Case E ：沈澱不良＋二段凝集
設定 原水 濁度 (度)		
沈澱 処理水 濁度 (度)		
ろ過水 濁度 (度)		
結果の 特徴	※1：凝集剤の注入不足や沈澱不良により沈澱処理水濁度は上昇 ※2：注入不足によりフロックが十分に形成されず、ろ過池から濁度が漏洩 ※3：当初はろ過池でフロックを抑制するが、沈澱不良により抑留量が多いので早期にブレイクスルーが発生して、ろ過池から濁質が漏洩 ※4：二段凝集の実施により、ろ過水濁度はCaseAと同等あるいはそれよりも低下（但し、ろ過閉塞が進みやすく、この小型実験装置では4～5時間でもろ過終了）	
実験 条件等	《原水》粘土分（カオリンとベントナイトを等量混合）と水道水による人工原水 《装置内滞留時間》フロック形成槽：7.6分 沈澱槽：11.3分 砂ろ過槽：4分 《二段凝集の方法》PAC注入率：2mg/L 注入点：沈澱槽～ろ過塔の配管（ラインミキサー）	

図 7-18 凝集沈澱の悪化に対する二段凝集のバックアップ効果（プラント実験による結果）

(2) 通常時において期待される効果について

- ✓ 元々、二段凝集は、藻類等の微粒子漏出によるろ過水濁度の上昇に対して適用する技術であるため（図 7-19 参照）、高濁度原水の発生時だけでなく、日常的に実施してもよい。

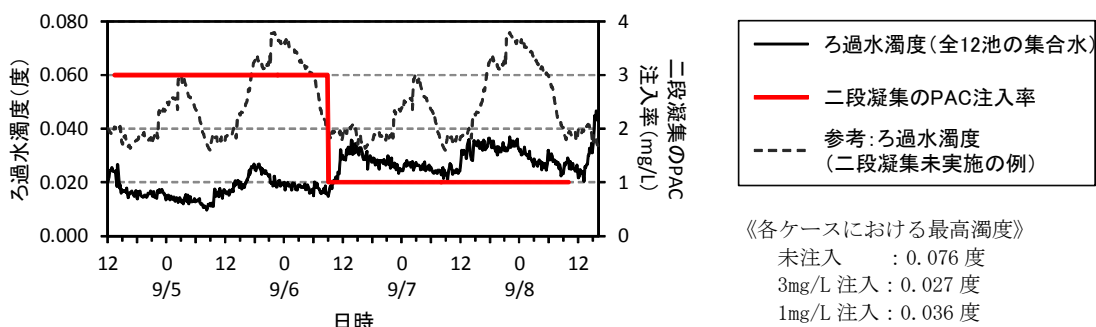


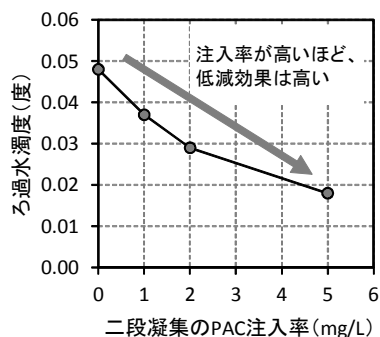
図 7-19 微小生物漏出によるろ過水濁度上昇に対する二段凝集効果（実施による結果）^[14]

(3) 実施方法について

✓ 二段凝集の実施方法を整理すると、表 7-10 のとおりである。

表 7-10 二段凝集の実施方法

(ア) 注入量	0.5～2mg/L 程度の注入率となるよう、一定量を注入すればよい。 ※ 注入率が高いほど効果は高いが（図 7-20 参照）、ろ過継続時間を考慮する必要がある（第(4)項参照）。 ※ 注入率一定制御（流量比例制御）は不要である。 ※ 間欠運転の浄水場では、取水停止時は二段凝集も停止する。
(イ) 注入点	沈澱処理水に対して注入する。 ※ できるだけ混ざりやすい地点を選ぶ必要があるが、専用の混和設備はなくてもよい。 ※ 系列や池ごとへの凝集剤の分配が不要（あるいは少ない）で、注入しやすい場所としては、沈澱池流出渠が一般的である（写真 7-2 参照）。 ※ 沈澱池とろ過池の間に粒状活性炭吸着設備等がある場合は、ろ過池流入水に注入する。
(ウ) 注入設備	小型の注入機とタンクや簡易な注入配管（ブレードホース等）で十分である（写真 7-3 参照）

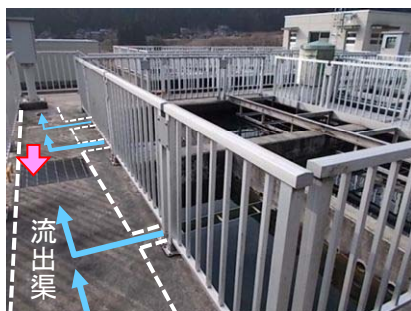


《実験条件等について》

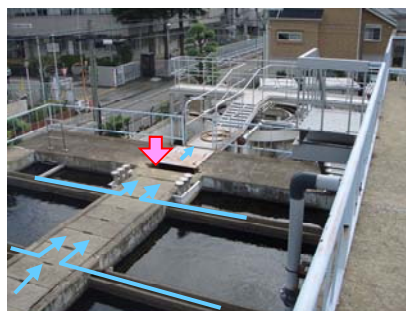
原水濁度 : 100 程度（自然原水）
 沈澱処理水濁度 : 0.5 度前後

図 7-20 二段凝集の PAC 注入率とろ過水濁度の関係（プラント実験による結果）

(例 1)



(例 2)



(注) いずれの例も、実際には二段凝集を実施していない

写真 7-2 二段凝集の注入点（↓）の例

(事例 1 : 施設能力 22,800m³/日)

(事例 2 : 施設能力 64,400m³/日)



写真 7-3 二段凝集の PAC 注入設備の実例

(4) ろ過抵抗への影響と改善策について

- ✓ 二段凝集の凝集剤注入率が高いほど、ろ過池において損失水頭の上昇が速くなるので(図 7-21 及び図 7-22 参照)、場合によっては、ろ過池の洗浄間隔を短くする必要が生じる。
- ✓ ろ過閉塞を抑える方法としては、ろ過砂の上に 5cm 程度のアンスラサイトを敷く二層ろ過の実施がある(図 7-22 参照)。ただし、ろ過池洗浄の際にアンスラサイトが流出しやすい(特に、表面洗浄と逆流洗浄が重複する工程において)ので、定期的な点検と補充を行う。

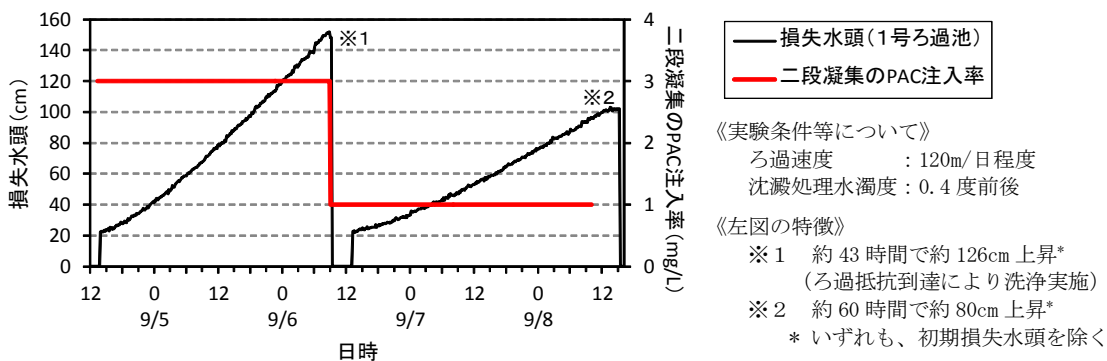


図 7-21 二段凝集実施時の損失水頭の推移 (実施による結果) [14]

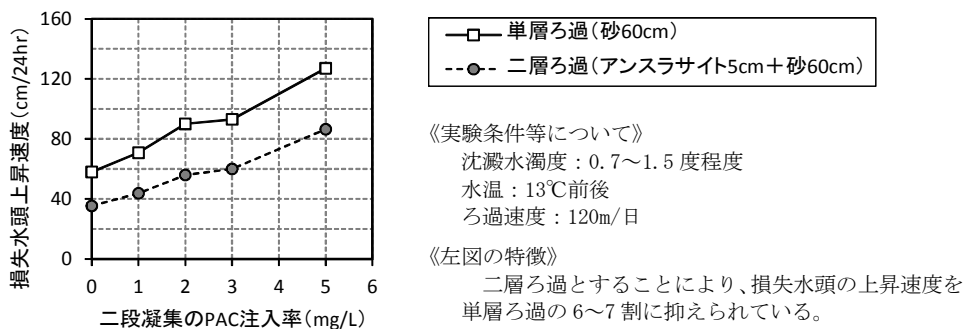


図 7-22 二段凝集の PAC 注入率と損失水頭上昇速度の関係 (プラント実験による結果)

Ⅱ 資料編

資料 1 : 用語の解説	69
資料 2 : 中小事業者における浄水処理の実態調査結果	75
資料 3 : チェックシート (維持管理の現状評価)	79
資料 4 : 現有施設の諸元整理様式例	85
資料 5 : 水道システムのフロー図作成例 (取水施設～配水施設)	88
資料 6 : 水源河川のフロー図作成例	89
資料 7 : 高濁度原水の事例整理及び分析方法の一例	91
資料 8 : 水質汚染事故発生時の対応フローの一例	97
資料 9 : 作業分担表の一例	106
資料 10 : 指揮系統図の一例	108
資料 11 : 凝集剤 (PAC) 注入率早見表	109
資料 12 : 前アルカリ (苛性ソーダ、ソーダ灰) 注入率早見表	110
資料 13 : 排泥管理の事例	114
資料 14 : 配水可能時間早見表の一例	116
資料 15 : 水質基準に関する省令の制定及び水道法施行規則の一部改正等 並びに水道水質管理における留意事項について (抜粋)	117
資料 16 : 厚生労働省あるいは各都道府県の水道行政担当部局への連絡・報告について	119
資料 17 : 水質基準に関する省令	123
資料 18 : 水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針 (抜粋)	125
資料 19 : 近年の水質汚染事故の概況	127
資料 20 : 関連する指針、マニュアル、参考図書等の紹介	128

【資料 1】用語の解説 [9],[10],[15],[16]

あ	アルカリ度	<p>水中に含まれている炭酸水素塩、水酸化物及び炭酸塩などを中和するのに必要な酸の量に相当するアルカリ量を炭酸カルシウム (CaCO_3) の mg/L で表したもので、酸消費量ともいう。中和点の pH 値により P-アルカリ度 (フェノールフタレイン変色点 pH 値 8.3) と M-アルカリ度 (メチルレッド混合指示薬変色点 pH 値 4.8) に区別される。M-アルカリ度は総アルカリ度とも呼ばれる。</p> <p>浄水用薬品の注入による pH 値の変化を緩衝し、凝集に適切な pH 値を維持するためには、一般的にアルカリ度として 20mg/L 程度が必要とされる。ポリ塩化アルミニウム (PAC、10%) を 1mg/L 注入するとアルカリ度が 0.15mg/L 減少し、液体硫酸アルミニウム (硫酸ばんど、8%) を 1mg/L 注入するとアルカリ度は 0.24mg/L 減少する。</p> <p>これらの薬品及び液化塩素を大量に注入する場合は、アルカリ剤を加えてアルカリ度の減少分を補う。</p>
	アンスラサイト	<p>石炭のうち最も炭化度の進んだ無煙炭のこと。特に、多層ろ過において砂より軽いろ材として使用する。品質としては、ベトナムのホンゲイ産のものが良いとされるが、中国産、アメリカ産もある。</p>
	SS	→ 浮遊物質
	NTU	<p>主に米国で使われている濁度単位。濁度標準液にホルマジンを使用する。一定の濁度測定条件を満たした散乱光測定による濁度を NTU 濁度単位 (ネフェロメ濁度単位) として表記する。1NTU はカオリン標準液の濁度約 0.7 度に相当する。</p>
か	攪拌強度	<p>フロック形成における攪拌条件の指標。攪拌強度の表し方として、攪拌エネルギー量 ε_* のうちフロック形成に有効な攪拌エネルギー量 ε_0 や、G 値などがある。攪拌強度は小さすぎるとフロックの成長が遅くなるが、大きすぎるとせん断力によりフロックを破壊してしまい、フロック形成を阻害するので、適正な範囲に保つことが必要である。</p>
	攪拌エネルギー	<p>フロック形成速度及びフロックの最大成長を決める要素として使用されるもので、単位体積中で単位時間内に消費されるエネルギー量 ε_* をいう。乱流域では、有効な攪拌エネルギー ε_0 は ε_* の 10~20% 程度ともいわれている。</p> <p>① 機械攪拌式フロック形成池の場合</p> $\varepsilon_* = p\eta / V$ <p>p: 駆動装置の軸動力、η: 減速機の効率、V: 混和池の容量</p> <p>② 迂流式フロック形成池の場合</p> $\varepsilon_* = \rho ghf / T$ <p>ρ: 水の密度、hf: 迂流式水路の総損失水頭、 T: フロック形成池の滞留時間、g: 重力加速度</p>
	キャリーオーバー	沈澱池においてフロックが浮上流出する現象。
	高速凝集沈澱池	<p>フロック形成を既成フロックの存在下で行うことにより、凝集沈澱の効率を向上させた沈澱池で、次の 3 種類に大別される。</p> <p>① スラリー循環型</p> <p>既成フロックを池内に循環させて、その中で流入水の凝集とフロックの成長を行わせる</p> <p>② スラッジ・ブランケット形</p> <p>上昇流によって浮遊状態にあるスラリーの下方から凝集水を上昇させ、フロックの成長を行わせる</p>

③複合型

最初の凝集をスラリー循環方式で行い、スラッジ・ブランケットの下端からスラリーを噴出上昇させる

固形物負荷	主として排水処理（スラッジ処理）に用いられる設計基礎概念。排水処理施設における単位あたりの固形物処理量、発生量をいう。例えば、濃縮槽では施設表面積に対して固形物負荷を $20\text{kg}/\text{m}^2/\text{日}$ 以下で設計するし、天日乾燥床や加圧脱水機の必要面積も固形物負荷の考え方をもとに設計される。
コロイド	$10^{-5}\sim 10^{-7}\text{cm}$ 程度の大きさの粒子をコロイドといい、コロイドが分散している溶液をコロイド溶液という。よく知られているものには牛乳（水溶液に乳脂肪が分散している）がある。
色度	<p>水の色の程度。精製水 1L 中に色度標準液中の白金 1mg 及びコバルト 0.5mg を含むときの色相を 1 度とする。主に地質に由来するフミン質やフミン酸鉄による呈色と同じ色調の色について測定するものであり、そのため、トリハロメタン生成能として表されるトリハロメタン前駆物質の量や有機物（TOC）と相関性が認められる場合がある。</p> <p>沈澱処理水程度の濁度であっても、濁りのある水の色度を測定すると、その結果は濁りの影響を受けた値となる。このような色度を「見かけの色度」といい、ろ過操作によって濁りを除いて測定した値（溶解性あるいはコロイド状物質による色）を「真の色度」という。水道水質基準の適合は「見かけの色度」で判断するが、浄水操作に影響を及ぼす色度の程度を把握する場合は「真の色度」を測定する。</p>
自然平衡形ろ過池	流入水量と流出水量とが自然に平衡する方式のろ過池である。流出側の砂面より高い位置に堰などを設け、ろ過池自体の砂面上水深が徐々に高まることによって、ろ層の閉塞に伴う通水量の減少を防止し、一定のろ過流量を得る方法であり、流出側に流量調節器等は設けない。また、流入量の設定変更に際して、ろ過速度は急変することなく緩やかに変化することから、ろ過水水質保持に優れていると言える。
G 値	T. R. Camp が提唱したフロック形成における攪拌強度の指標。すなわち、フロックの成長速度及び最大成長径は単位体積、単位時間に投入される攪拌エネルギー ε_* の平方根により決まるとして、 $G = \sqrt{\varepsilon_*/\mu}$ (μ は水の粘性係数) を定義した。
G T 値	フロック形成における攪拌条件で、G 値で表される攪拌強度に、攪拌継続時間を加味した指標。T. R. Camp は、十分なフロック形成に必要な指標として G 値に攪拌継続時間 T（秒）を乗じた G T 値を提唱した。実績データから G T 値が 23,000～210,000 の値をとることが良好なフロック形成の条件としている。
ジャーテスト	回転数を制御できる数連の回転翼をもったジャーテスター（下図参照）と呼ばれる試験装置を用い、凝集・沈澱に最適な pH 値、薬品添加量を決定する試験。通常すべてのビーカーの凝集剤注入量を一定として、pH 値を種々変化させて実験を行い、次に凝集剤注入率を変化させて同様に繰り返す定量注入・変 pH 値法が多く用いられる。その他の条件設定法として、定 pH 値・変注入量法もある。テストの手順としては、薬品を注入して急速攪拌（5～15 分、約 150rpm）、緩速攪拌（15～30 分、約 40rpm）、静置（15～30 分）を行い、上澄液をサンプリングして残留濁度（色度）、pH 値などを測定

し評価する。ジャーテストの結果をまとめる場合には、凝集マップを用いるのが効果的である。

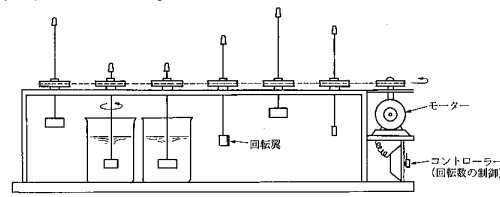


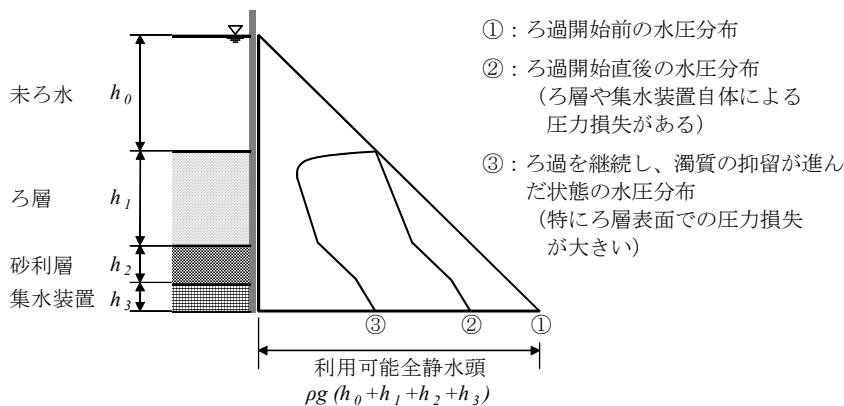
図 ジャーテスター

- 周辺速度 パドル式フロキュレータなどの攪拌機械の翼の最も外側の回転速度をいう。フロック形成においては、軸から最も遠いところ、すなわち最も速度の大きいところの値が、特に問題になる。あまり大きくなり過ぎるとせん断力により破壊を起こすなどフロックの成長阻害要因になるので、80cm/s 以下に抑える必要がある。また、あまり遅いとフロックが沈澱するので15cm/s 以上にする必要もある。
- 浚渫 水底の土砂または岩石を掘り上げる工事のこと。水道においては、貯水池の堆積土砂を除去し利水容量を確保するために浚渫を行う場合があり、浚渫等に合わせて堆砂対策を実施する事業は「水道水源開発施設改築事業」として国庫補助の対象となっている。
- 初期損失水頭 → 損失水頭
- 代掻き 田植えのために、田に水を入れて土を砕いてかきならす作業。水田の漏水を防止し、田植を容易にする。また肥料と土をよく混合し、田面を平らにするとともに、雑草や害虫等の除去を助ける。
- 真の色度 → 色度
- 吹送流 風の水面に対するせん断力によって生じる水の流れのこと。吹送流は水平方向の流れが代表的なものであるが、水面から下方に向かってその流速は減少する。吹送流には、下方向へらせん形にまわり込むものも考えられているが、実際には水平方向よりも弱く、より複雑に流れていることが観測されている。
- スラッジ 水中の濁質が沈澱した泥状のもの。
- スラッジ・ブランケット
ト形高速凝集沈澱池 → 高速凝集沈澱池
- スラリー 一般に、液体に固体粒子が浮遊状態になったものをスラリーという。例えば高速凝集沈澱池における凝集フロック群、粉末活性炭を移送しやすいように水と混合した液状物などである。
- スラリーの活性 明確な定義はないが、大型フロックに成長しうるフロックを“活性がある”と称し、活性があるフロックで形成されるスラリーも同様に称される。攪拌強度が強すぎる、あるいは攪拌時間が長すぎると活性は低下する。
- スロースタート ろ過池洗浄後の運転再開時にろ過速度を漸増する方法。ろ過開始直後は一時的にろ過水濁度が上昇しやすいが、これを抑える効果がある。
- 堰負荷 沈澱池の取出し設備における、越流堰の単位長さあたりの越流量($m^3/(日 \cdot m)$)のこと。
- 洗浄スローダウン ろ過池の洗浄終了段階で、段階的に洗浄速度を減少する方法。ろ

過開始直後は一時的にろ過水濁度が上昇しやすいが、これを抑える効果がある。

損失水頭

ろ過において、ろ層内や集水装置そのものによる通水抵抗や、ろ材間隙内への濁質の抑留に伴うろ材粒子間の水路が閉塞して通水抵抗が増すことによる圧力損失を静水頭で表したもの（下図参照）。



①から②や③にかけての圧力損失が損失水頭である（初期損失水頭＝①－②）

図 ろ層内の水圧分布

管渠では、管内面の凸凹と流体との摩擦や、流入・流出及び、管断面の急拡・漸拡・急縮・漸縮、複数管の分岐・合流などにより失われるエネルギーを水頭で表したもの。

た 濁度

水の濁りの程度。精製水 1L 中に標準混和ポリスチレン 1mg を含むときの濁りを 3 度（または 3mg/L）とする。原水濁度は浄水処理に大きな影響を与え、浄水管理上の最も重要な指標の一つである。

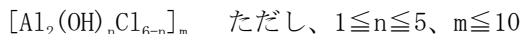
「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法（平成 15 年 7 月 22 日厚生労働省告示第 261 号）」の以前は、精製水 1L 中にカオリン（白陶土）1mg を含むときの濁りを 1 度（または 1mg/L）としていた。

短絡流

沈澱池において流入水と池内水との間の温度差、または濁度差、あるいは流入時の慣性力などによって生じる理論滞留時間より短い時間で沈澱池出口に到達する流れのこと。短絡流は池内の流れを乱したり、滞水域をつくり、有効容量の実質的な低下や表面負荷率の増大を招くため沈澱効率を減少させる。

超高塩基度 PAC

PAC の主成分は次の一般式で表される。



ここで、塩基度は $n/6 \times 100\%$ で表され、日本水道協会規格では 45～65% であることとされている。この塩基度の違いにより、PAC は次の 3 種類に分類できる。

塩基度 50% 程度：最も広く使用されている

塩基度 60% 程度：寒冷地を中心に使用されている

塩基度 70% 程度：近年開発されたもので、まだ実績は多くないが、残留アルミニウム濃度の低減が期待できる

一般的には塩基度 70% 程度の PAC を“高塩基度 PAC”と称することが多いが、従前から使用されている塩基度 60% 程度の PAC と区別するため、ここでは塩基度 70% 程度の PAC を“超高塩基度 PAC”と称することとした。

沈降装置

沈澱効率を高めるために沈澱池内に設置する、傾斜板や傾斜管のこと。

な	二段凝集	通常の凝集沈澱に加えて、ろ過池流入水に凝集剤をごく少量注入して、微細な濁質分をろ過池で確実に除去する方法。
	二層ろ過	多層ろ過の一種で、2種類のろ材を用いたろ層でろ過する方法のこと。一般に上層にはアンストラサイト、下層には砂を用いる。通常採用されるろ過速度としては、単層ろ過で 120～150m/日に対し、二層ろ過では 200～360m/日である。
は	ハーディングー フィルター	自然平衡型ろ過池の一種であり、洗浄方法に特徴がある。ろ層及びろ層より下部を小区画に細分化し、洗浄は、ろ層の上を移動する低速の電動式走行台車に組み込まれた洗浄装置によって、小区画ごとに、ポンプでろ過中の他の区画の処理水を吸引して行う。
	pH値	水素イオンのモル濃度（水素イオン濃度）の逆数の常用対数値。ペーハーともいう。pH値 7 は中性、pH値 7 より値が小さくなるほど酸性が強くなり、値が大きくなるほどアルカリ性（塩基性）が強くなる。水の基本的な指標の一つであり、理化学的水質、生物学的水質、浄水処理効果、管路の腐食等に関係する重要な因子である。測定法は比色法とガラス電極法（pH値計）がある。
	表面負荷率	沈澱池において単位面積あたりの処理水量のことで、水面積負荷ともいう。表面負荷率を v 、流入水量を Q 、池の表面積（または池の底面積）を A とすれば、 $v = Q / A$ の関係となる。速度の次元をもっているため、上昇速度ということもある。 薬品沈澱池における表面負荷率は単層式沈澱池で 15～30mm/min、多階層式沈澱池で 15～25mm/min である。
	フミン酸	フミン質のうち、酸及びエチルアルコールに不溶で、アルカリ溶液に可溶な成分をフミン酸と呼んでいる。腐植酸ともいう。
	フミン質	土壌や泥炭などに含まれる動植物が微生物分解を受けて生成した分子量数百から数十万の天然有機物であり、腐植質ともいう。その成分は酸、アルカリ、アルコールに対する溶解度により、フミン酸、フルボ酸及びヒマトメラニン酸に分類される。また自然由来のトリハロメタン生成原因物質（前駆物質）として知られている。
	浮遊物質	水中に懸濁している粒径 $1\mu\text{m}$ ～2mm 程度の不溶解性物質のことをいう。SS とも記す。上水試験方法では、網目 2mm のふるいを通じた一定量の試料を $1\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過し、その残留物を 105～110℃で 2 時間乾燥し、秤量して求める重量法を定めている。濁度との間に、厳密な意味での相関関係はない。浄水処理、排水処理等に影響を及ぼす。
	不陸	急速ろ過池内の砂利やろ材の各層が何らかの理由により均一な層、層厚をしていない状態をいう。ろ層表面に極端に平面的な凹凸が見られることもある。不陸はろ層を洗浄する際の不均一な表面洗浄や逆流洗浄に起因することが多いが、その他にも池内の水流の関係で壁や池の隅の部分あるいはトラフ側面、固定式や回転式の表面洗浄パイプ付近に発生する。不陸はろ層厚の不足する場所ではろ過の効率を損ね、濁質がろ過水に表れるブレイクスルーを起こすことになる。自然に改善することはないので、根本的に原因を特定して改善を図る必要がある。
	ブレイクスルー	処理装置において、水中の不純物に対する許容捕捉量を超えた場合に処理水中に捕捉物質が流出する現象のこと。ろ過池の場合は、

ろ材の抑留能力が低いろ過初期やろ層内の許容捕捉量を超えたり、あるいは捕捉されていた粒子が剥離するときなどに濁質がろ過水中に漏出する現象で、濁質流出のこと。

フロック	凝集剤の注入により、原水中の浮遊物質やコロイドは荷電が中和されて反発力を失い、ファンデルワールス力により互いに吸着し、マイクロフロックと呼ばれる粒子塊を生じる。さらに、凝集剤の水和によって生じた水酸化アルミニウムなどの鎖状の高分子が、マイクロフロックどうしを結合し、直径数 mm に及ぶ大きな粒子塊を生じる。水分を多量に含み、フワフワして綿毛に似ているのでフロックと呼ばれる。フロックは、濁質そのものに比べ飛躍的に沈降性が向上するので、沈澱の前処理としてフロック形成が行われる。
ま 密度流	偏流の一種で、密度の異なる 2 種類の液相（例：塩水と淡水、冷水と温水、濁水と清澄水）が互いに境界を接して共存するとき起こる現象。横流式沈澱池において、急激な原水濁質の増加により、先行している低濁度の処理水が沈澱池内に滞在している間に、流入する密度が高い高濁度水が急速に沈潜し、効果的に沈澱処理されることなく流出側に出現する現象などがそれである。濁度差によるものを濁度密度流、温度差によるものを温度密度流という。
見かけの色度	→ 色度
や 有効容量	配水池などの総容量のうち実際に利用可能な容量をいい、具体的には高水位（HWL）と低水位（LWL）の間の容量をいう。
ら ろ過抵抗	ろ過操作全般にわたって発生する抵抗のことで、通常、ろ過前後の圧力差で示される。砂ろ過池においては、ろ層内の静水圧の低下が水頭で表される。
ろ層膨張率	逆流洗浄時に、砂が流動化することによりろ層内の砂粒子間の空間が広がり、見かけ上ろ層体積が膨張したようになる。このとき、膨張していないろ層体積に対する膨張したろ層体積の割合を膨張率という。膨張したろ層厚を L 、膨張していないろ層厚を L_0 とおけば（ろ過面積を一定として）、膨張率は $(L-L_0)/L_0 \times 100$ (%) で表すことができる。

【資料 2】 中小事業者における浄水処理の実態調査結果

(平成 23 年度総括研究報告書より抜粋)

1. 研究方法

施設能力（計画浄水量）10,000m³/日以下の浄水場（急速ろ過方式）を対象とし、水質面及び維持管理面の課題等を把握するため、施設概要・施設諸元・原水状況・薬品注入操作及び施設運転管理等についての選択方式（一部記述式）設問によるアンケート調査を行い、中小事業者の抱える課題とその要因及び対応を整理した。

また、より詳細な原水悪化への対応の実態を把握するため、ヒアリング調査を実施し、高濁度原水の発生状況や水質異常時の対応方法・規程・管理体制などを整理した。

2. 研究結果

(1) アンケート調査

水道統計（平成 20 年版）から調査対象条件に合致する 419 事業者を抽出して調査票を発送し、130 事業者（140 浄水場）から回答（回答率は 31%）を得た。

1) 中小事業者が抱える課題

課題を原水水質面と運転管理面に分け、課題の要因及び対応状況について表 1 及び以下のとおり整理した。

原水水質面の課題があると回答した浄水場数は 42、そのうち高濁度は 16、藻類は 6 であった。また運転管理面については 30 浄水場が凝集不良を課題と回答した。

課題間の関連は表 2 に示すとおりで、凝集不良は原水水質の高濁度・藻類・低水温と関連があり、特に高濁度とは顕著な関連が見られた。

また、浄水施設の経年化（使用年数が法定耐用年数を超過）については、表 3 のとおり、機械設備が 77 浄水場、電気計装設備が 92 浄水場と、いずれも半数以上で経年化が見られた。

運転マニュアル未整備は全体の 35%（45 事業者）を占めた。また、凝集不良を課題と回答した浄水場の運転マニュアル整備率は 77% であ

表 1 原水水質と運転管理上の課題

原水水質	浄水場数	運転管理	浄水場数
高濁度	16	凝集不良	30
藻類	6	ジャーテストとの不一致	3
油混入	3	薬品使用量	13
臭気	4	沈澱汚泥の性状	4
低水温	2	沈澱水濁度	8
低濁度	1	ろ過水水質	13
その他	10	その他	19
計	42	計	90

表 2 水質面と運転管理上の課題の関連

		運転管理上の課題						計	
		凝集不良	ジャーテストとの不一致	薬品使用量	沈澱汚泥の性状	沈澱水濁度	ろ過水水質		その他
原水水質の課題	高濁度	11	1	1	1	3	0	3	20
	藻類	4	0	2	0	2	0	1	9
	油混入	1	0	0	0	1	0	1	3
	臭気	0	0	0	0	0	1	2	3
	低水温	2	0	0	1	0	0	0	3
	低濁度	0	0	0	1	0	0	0	1
	その他	0	0	0	0	0	3	4	7
	計	18	1	3	3	6	4	11	46

数値は浄水場箇所数（重複回答を含む。）

表 3 経年化浄水施設の状況

種別	全体施設		経年化施設		経年化施設率	
	施設数	施設能力 (m ³ /日)	施設数	施設能力 (m ³ /日)	施設数ベース	施設能力ベース
土木・建築	140	607.875	0	0	0.0%	0.0%
機械設備			77	332.687	55.0%	54.7%
電気計装設備			92	416.353	65.7%	68.5%

り、凝集不良を課題としない浄水場のマニュアル整備率 62%を上回った。

2) 水質面の課題の要因

表流水（自流及びダム放流水の河川水）の水質面における課題を流域環境と水源種別に分類すると表 4 及び表 5 のとおりであり、山林を流域とする河川で、また、施設能力 5,000 以上 10,000m³/日以下の浄水場で高濁度を課題としている場合が多い。

表 4 原水水質の課題と流域環境との関連

種別	全体施設		経年化施設		経年化施設率	
	施設数	施設能力 (m ³ /日)	施設数	施設能力 (m ³ /日)	施設数ベース	施設能力ベース
土木・建築	140	607,875	0	0	0.0%	0.0%
機械設備			77	332,687	55.0%	54.7%
電気計装設備			92	416,353	65.7%	68.5%

(重複回答を含む。)

表 5 高濁度を課題とする規模別浄水場数

水源種別	施設能力	1,000	1,000	3,000	5,000	計
	m ³ /日未満	m ³ /日未満	以上 3,000 m ³ /日未満	以上 5,000 m ³ /日以上		
河川自流	3	2	1	6	12	
ダム放流水	0	0	1	2	3	
伏流水	0	0	0	1	1	
計	3	2	2	9	16	

3) 凝集不良を課題とする浄水場の特徴

凝集不良を課題とした浄水場とそれ以外の浄水場に分類し、施設内容・原水水質の課題・施設能力等の要因別に比較した。

その結果、凝集不良の浄水場では、以下の特徴が見られた。

- ア 沈砂池及びアルカリ注入設備の保有率が高い。
- イ 原水水質の課題は、高濁度、藻類及び低水温の順であった。
- ウ 施設能力が 5,000m³/日以上浄水場の比率が高い。

4) 原水水質悪化への浄水場の対応

原水水質に課題があると回答した浄水場の取水操作での対応状況は表 7 のとおりであり、高濁度を課題とする浄水場数 16 のうち 11 が取水停止又は取水制限の対応を行ったと回答した。

(2) ヒアリング調査

高濁度の浄水処理への影響について実態の詳細を把握するため、ヒアリング調査を実施した。調査対象はアンケート調

表 6 凝集不良の関連項目

関連項目	分類	凝集不良を運転上の課題とした浄水場 (30箇所)		左以外の浄水場 (110箇所)	
		実数	割合	実数	割合
沈砂池	有り	12	40.0%	22	20.0%
	無し	18	60.0%	88	80.0%
急速攪拌池	混和時間(分)	3.24		3.61	
急速攪拌池混和方法	フラッシュミキサ	21	70.0%	62	56.4%
	ポンプ拡散	1	3.3%	1	0.9%
	水流(う流)	1	3.3%	3	2.7%
	その他	0	0.0%	1	0.9%
	不明	7	23.3%	43	39.1%
アルカリ剤注入設備	有り	21	70.0%	36	32.7%
	無し	9	30.0%	74	67.3%
運転マニュアル	有り	23	76.7%	62	62.0%
	無し	7	23.3%	38	38.0%
右記の原水水質局面において凝集不良が課題	高濁度	11	36.7%	5	4.5%
	藻類	4	13.3%	2	1.8%
	油混入	1	3.3%	2	1.8%
	臭気	0	0.0%	4	3.6%
	低水温	2	6.7%	0	0.0%
	低濁度	0	0.0%	1	0.9%
	-(注)	12	40.0%	96	87.3%
施設能力	~1000m ³ /日	1	3.3%	18	16.4%
	~3000m ³ /日	7	23.3%	34	30.9%
	~5000m ³ /日	5	16.7%	26	23.6%
	5000m ³ /日~	17	56.7%	32	29.1%
施設経年化	土木・建築	0	0.0%	0	0.0%
	機械設備	20	66.7%	57	51.8%
	電気計装設備	21	70.0%	71	64.5%

注) 原水水質の課題としては凝集不良を回答しなかった浄水場

表 7 原水水質悪化に対する浄水場の対応

課題	計	浄水場の対応				未回答
		取水停止	取水制限	通常取水	その他	
高濁度	16	7	4	2	0	3
藻類	6	0	0	3	1	2
油混入	3	3	0	0	0	0
臭気	4	1	0	2	1	0
低水温	2	0	0	2	0	0
低濁度	1	0	0	0	0	1
その他	10	1	0	4	2	3
計	42	13	6	18	6	9

査対象の浄水場のほか、鉄系凝集剤（PSI）を導入している浄水場、急速ろ過方式から膜ろ過方式へ変更した浄水場（計画中も含む。）及び大規模事業者の浄水場とした。調査内容は高濁度原水の発生状況や、水質異常時の対応方法・規程・管理体制などとした。

表 8 にヒアリング調査対象事業者を示す。

1) 高濁度原水の発生状況

集中豪雨等により濁度が 1,000 度を超えたのは、A～C の 4 事業者であった。このうち B 事業者では、集中豪雨が近年頻繁に発生しており、平成 19 年 6 月の豪雨では 10,000 度を超えた。A 事業者では、平成 22 年 8 月に水源貯水池法面が豪雨により崩壊して貯水池が泥水化し、濁水が浄水場へ流入した。C 事業者や D 事業者では、集中豪雨により原水濁度が急激に上昇する回数が近年増加傾向にある。

その他の事業者では、洪水調節や発電用水等のダム放流によって濁度が急激に上昇する例や、集中豪雨による濁水が水源ダムに流入し長期に亘り高濁度状態が続く例が見られた。

2) 浄水場の対応

a. 異常高濁度への対応

B 事業者では原水の急激な濁度上昇により取水停止が遅れ、高濁度水が浄水場へ流入し、復旧に数日を要した。対策として運用規程を見直す一方、滞水池（原水調整池）を設置して取水停止時の水源を確保している。

A 事業者は貯水池の泥水が浄水場に流入し、復旧に数日を要した。復旧後も濁度が浄水処理能力を超える状態が続き、応急的な高分子凝集剤の使用により長期に亘る高濁度水の処理に対応した。

C 事業者や D 事業者では取水管理規程や運用規程を整備し、取水停止や取水制限、取水再開を適切に行い給水への影響を回避し、G 事業者等は適切な凝集剤注入率や高塩基度 PAC による浄水処理で断水を回避している。

ダム貯留水の放流による影響を受けている E 事業者や H 事業者では、ダム管理側からの放流情報を事前入手し、浄水処理での対応を図っている。

b. 鉄系凝集剤の使用

鉄系凝集剤を使用している 2 事業者（浄水場）では凝集剤を PAC から PSI へ変更した。変更の理由は浄水汚泥の有効利用や浄水中の残留アルミニウム問題への対応などである。2 事業者とも PSI 導入後の運転期間が短く、現状では凝集剤の変更による浄水処理の改善効果は明確となっていない。

表 8 ヒアリング実施事業者

事業者	施設能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	着目点
北海道 A 事業者	1,716	断水（取水停止判断）
北海道 B 事業者	67,582	断水の長期化（取水停止判断）
北海道 C 事業者	7,920	高濁度原水（施設運用方法）
北海道 D 事業者	10,900	高濁度原水（施設運用方法）
北海道 E 事業者	5,960	浸漬膜による高濁度への対応
北海道 F 事業者	94,867	施設更新 （急速ろ過→膜ろ過への変更）
埼玉県 G 事業者	20,000	ダム放流による濁度上昇
静岡県 H 事業者	172,800	高濁度原水、沈澱池処理性に問題 （流出濁度）
長野県 I 事業者	12,400	PSI 利用
徳島県 J 事業者	99,000	PSI 利用
鹿児島県 K 事業者	110,000	高濁度原水、沈澱池処理性に問題 （流出濁度）
鹿児島県 L 事業者	7,700	凝集沈澱+前ろ過+緩速ろ過採用

c. 浄水方式の変更

急速ろ過方式から膜ろ過方式に変更したE事業体の原水水質は、上流のダム放流時や集中豪雨時に濁度が急上昇する他、降雨時には流域の牧場から堆肥等が流入し、大腸菌・アンモニア態窒素・有機物濃度が上昇するなど浄水処理対応が困難な性状である。このため運転管理は熟練技術者の豊富な経験を要したが、経験知が適切に継承できず運転管理が次第に困難となったため、施設更新に伴い運転管理面の簡素化に重点を置き、浄水方式をE事業体の原水性状と施設能力に適合したフローに変更した。

また、膜ろ過方式へ変更を予定しているF事業体では、変更理由をクリプトスポリジウム対策、運転管理の簡素化、膜施設の将来性、敷地面積の制約としており、施設・維持管理の両面の簡素化が大きな要素となっている。

【資料 3】 チェックシート (維持管理の現状評価)

分類	No.	チェック項目	チェック欄 (現在の状況)	実施日		実施者	改善の意義
				年	月 日		
日常の現場管理	(1)	職員体制(委託含む)	<input type="checkbox"/> ①職員数が十分で、専門職(設備、水質)もいる <input type="checkbox"/> ②職員数あるいは専門職が不足している <input type="checkbox"/> ③無人である	②増員や専門職の配置 ③巡回の強化、常駐職員の配置		・管理体制の強化 ・技術継承	
	(2)	水源流域や取水点の定期的パトロール	<input type="checkbox"/> ①実施している <input type="checkbox"/> ②実施していない	②定期的な実施		・流域環境の変化の把握 ・河川の堆砂や河道の状況の把握 ・関係機関との連携強化	
	(3)	取水口や沈砂池の定期的清掃(土砂や夾雑物の除去)	<input type="checkbox"/> ①実施している <input type="checkbox"/> ②実施していない	②定期的な実施、オイルフェンスの常設(夾雑物の混入防止)		・安定取水 ・流入土砂の減量	
	(4)	沈澱池の沈降装置の定期的清掃	<input type="checkbox"/> ①実施している <input type="checkbox"/> ②実施していない	②定期的な実施		・沈澱不良の回避	
	(5)	凝集沈澱の定期的な目視確認(フロック形成・沈降、キャリアオーバー等)	<input type="checkbox"/> ①実施している <input type="checkbox"/> ②実施していない	②定期的な実施		・処理の良否や悪化の予兆の把握	
	(6)	現場における定期的な薬品注入量の実測	<input type="checkbox"/> ①しており、計器指示値とほぼ同じである <input type="checkbox"/> ②しているが、計器指示値と異なる <input type="checkbox"/> ③していない	②注入量計の調整、薬注機の最大負荷試験の実施 ③実測の実施		・処理効果の確実な発現 (実際の薬品注入量が設定値と異なると、期待した効果が得られない)	
	(7)	定期的なジャーテスト	<input type="checkbox"/> ①実施している <input type="checkbox"/> ②水質異常時のみ実施している <input type="checkbox"/> ③実施していない	②定期的な実施と結果の記録 ③同上		・凝集用薬品の適正注入率の把握 ・技術継承	

分類	No.	チェック項目	チェック欄 (現在の状況)	状況に応じた改善策	改善の意義	
現場管理 日常の	(8)	定期的な水質計器の保守点検	<input type="checkbox"/> ①メーカー推奨の頻度・内容で実施している <input type="checkbox"/> ②メーカーの定期点検のみ実施している <input type="checkbox"/> ③実施していない	②定期的な実施と結果の記録 ③同上	・正確な原水水質や処理水質の把握(誤った情報をもとに処理条件を設定しても、期待した効果は得られないだけでなく、対応を誤ることになる)	
	(9)	凝集用薬品の注入順序	<input type="checkbox"/> ①pH調整剤を均一に混和した後に凝集剤を注入している <input type="checkbox"/> ②pH調整剤と凝集剤を同じ位置に注入している <input type="checkbox"/> ③前アルカリの注入設備がない	②凝集剤注入の前にpH調整剤を均一に混和できるよう変更 ③設備要否の再検討	・処理効果の確実な発現 (凝集では、pH値やアルカリ度を適正条件に整えることが必要)	
	(10)	凝集用薬品の注入点	<input type="checkbox"/> ①速やかに混和される、攪拌機直近や堰落部に滴下している <input type="checkbox"/> ②注入点や方法が①以外の状況である	②攪拌機直近や堰落部への滴下に変更	・混和効率の改善 ・薬品使用量の削減	
	(11)	凝集用薬品の注入能力	<input type="checkbox"/> ①悪化時の原水水質に対して十分な能力の注入設備を有している <input type="checkbox"/> ②注入設備の能力不足が問題にならない	②注入設備の増強	・薬品注入設備の能力不足を原因とする処理悪化や取水制限の回避	
	(12)	薬品混和池内の流動	<input type="checkbox"/> ①乱流と渦流が生じている <input type="checkbox"/> ②共回りや短絡流が生じている	②流動特性の改善(阻流壁の設置、阻流板の増設等)	・混和効率の改善 ・薬品使用量の削減	
	(13)	沈殿池内の流れ	<input type="checkbox"/> ①おむね均等に流れており、乱れがない <input type="checkbox"/> ②短絡流や密度流によるフロックのキャリーオーバーが著しい場合がある	②施設改良(阻流壁や整流壁の設置等)、運転強化(高濁度時の排泥強化)	・沈殿処理水濁度の改善	
	(14)	横流式沈殿池の排泥(その1:排泥不良について)	<input type="checkbox"/> ①ほとんど発生しない <input type="checkbox"/> ②高濁度時には生じやすい <input type="checkbox"/> ③日常的に生じている	②排泥頻度の調整 ③施設改良	・沈殿処理水濁度の改善	
	運転状況、施設仕様・規模					

分類	No.	チェック項目	チェック欄（現在の状況）	状況に応じた改善策	改善の意義
運転状況、施設仕様規模	(15)	横流式沈澱池の排泥 （その2：排泥操作に伴 うキヤリーオーバーに ついて）	<input type="checkbox"/> ①ほとんど発生しない <input type="checkbox"/> ②高濁度時には生じやすい <input type="checkbox"/> ③日常的に生じている <input type="checkbox"/> ①排泥不足 ^{（注）} はほとんど発生しない <input type="checkbox"/> ②高濁度時に排泥不足 ^{（注）} が生じやすい <input type="checkbox"/> ③日常的に排泥不足 ^{（注）} が生じている （注）スラリー濃度やスラリー界面の上昇といった 状況を招く	②排泥頻度の調整（過堆積の防 止） ③掻寄速度等の操作方法の見直 し	・沈澱処理水濁度の改善
	(16)	高速凝集沈澱池の排 泥	<input type="checkbox"/> ①1.5～3日ごと <input type="checkbox"/> ②3日以上 <input type="checkbox"/> ③数時間～1日ごと	②1.5～3日ごとに実施 ③1.5～3日ごとに実施（ただし、ろ 過抵抗やろ過水濁度に問題が 生じるのであれば、ろ過砂管理 の適正化や施設改良が必要）	・濁質の漏洩防止（②の場合） ・浄水ロスの抑制（③の場合）
	(17)	ろ過池1池あたりの洗 浄間隔 （ハーデンジフィルタ を除く）	<input type="checkbox"/> ①ろ膨張率が20～30%で、10分前後実施 <input type="checkbox"/> ②洗浄強度が①以外の状況である	②洗浄流速や洗浄時間の調整	・ろ層内への濁質の蓄積防止（洗 浄不足の場合） ・浄水ロスの抑制（強度過剰の場 合）
	(18)	ろ過池の逆流洗浄強度 （ハーデンジフィルタ を除く）	<input type="checkbox"/> ①定期的な調査を行い、状況に応じて更生や補 砂を実施している <input type="checkbox"/> ②調査や更生等を行っていない、あるいは、ろ 層が著しく薄くなっていたことがある	②定期的な調査や更生、補砂等の 実施	・処理効果（ろ過）の維持
	(19)	ろ過砂の管理	<input type="checkbox"/> ①含水率70%以下のケーキが得られており、機 械脱水の場合は日頃は平日日中のみの運転 となっている <input type="checkbox"/> ②容量や処理能力の不足により、ケーキ含水率 が高くなる場合がある	②排水処理施設の増強	・排水処理施設の能力不足を原因 とする処理悪化や取水制限の回 避
	(20)	排水処理施設の処理 能力			

分類	No.	チェック項目	チェック欄（現在の状況）	状況に応じた改善策	改善の意義
運転状況、施設仕様・規模	(21)	濁度計やpH計の整備状況	<input type="checkbox"/> ①原水と浄水だけでなく、沈殿処理水やろ過水も連続監視している <input type="checkbox"/> ②沈殿処理水やろ過水の連続監視は行っていない <input type="checkbox"/> ③未整備の地点・項目がある	②手分析(簡易測定)による補完、計器の整備 ③同上	・水質変化の早期把握
	(22)	濁度計の仕様と管理(特に原水濁度計)	<input type="checkbox"/> ①実際の変動範囲に見合った測定範囲を有する濁度計を整備し、レンジ切替の都度、校正を実施している <input type="checkbox"/> ②十分な測定範囲を有する濁度計は整備しているが、管理は不適切である(濃度に見合ったレンジ切替や切替都度の校正を実施していない) <input type="checkbox"/> ③実際の変動範囲に対して測定範囲が狭い(あるいは広い)	②適切な管理の実施 ③適正な測定範囲の濁度計の整備と適切な管理の実施	・正確な原水水質や処理水質の把握(誤った情報をもとに処理条件を設定しても、期待した効果は得られないだけでなく、対応を誤ることになる)
平常時の処理の良否	(23)	沈殿処理水濁度	<input type="checkbox"/> ①安定的に1度以下を達成している <input type="checkbox"/> ②日頃から1度を超えることが多い	②原因(No.(4), (9)~(15))の調査と改善	・濁度やアルミニウム管理の改善、強化 ・ろ過池への負荷の抑制
	(24)	ろ過水濁度	<input type="checkbox"/> ①安定的に0.1度以下を達成している <input type="checkbox"/> ②洗浄後の再開時に0.1度を超過する <input type="checkbox"/> ③洗浄後でも0.1度を超過することが多い	②洗浄スローダウンの実施、捨水の実施 ③沈殿処理水濁度の改善、ろ過砂の管理の実施	・クリプトスポリジウム対策の実施、強化
情報等の管理	(25)	河川や流域の特性	<input type="checkbox"/> ①各種情報(水位・雨量観測点、汚濁源、土地利用等)を収集・整理し、原水水質に及ぼす影響(リスク)を検討し把握している <input type="checkbox"/> ②各種情報は把握しているが、整理や検討は行っていない <input type="checkbox"/> ③各種情報の把握は不十分である	②情報整理とリスク検討の実施 ③情報の収集・整理とリスク検討の実施	・気象や水質変化の早期把握 ・特に留意すべき水質項目の把握 ・技術継承

分類	No.	チェック項目	チェック欄（現在の状況）	状況に応じた改善策	改善の意義
情報等の管理	(26)	原水・浄水や各浄水工程の水質	<input type="checkbox"/> ①各種データ(水質と運転状況)を記録し、季節変化や相互の関連を分析している <input type="checkbox"/> ②各種データは記録しているが、分析は行っていない <input type="checkbox"/> ③ほとんど記録がない	②データ分析の実施 ③記録とデータ分析の実施	・平常の変動範囲の把握 ・技術継承
	(27)	過去の高濁度原水時のデータ	<input type="checkbox"/> ①各種データ(雨量、河川流況、原水・処理水水質、対応状況等)を記録し、相互の関連を分析している <input type="checkbox"/> ②各種データは記録しているが、分析は行っていない <input type="checkbox"/> ③ほとんど記録がない	②データ分析の実施 ③記録とデータ分析の実施	・運転管理指標、基準の設定に向けた基礎情報の蓄積 ・技術継承
水質異常時等の管理	(28)	施設等の修繕・更新	<input type="checkbox"/> ①履歴を管理し、予防保全の考え方に基づき計画的に実施している <input type="checkbox"/> ②履歴は残しているが、修繕等は事後保全として実施している <input type="checkbox"/> ③履歴がほとんどない	②予防保全の実施 ③履歴の記録と予防保全の実施	・安定的な運転の実現 ・技術継承
	(29)	水源水質に関する関係機関との連絡体制（流域の水道事業者や河川管理者、環境行政機関等）	<input type="checkbox"/> ①連絡体制が整備され、異常時には連絡がある等、実際に機能している。 <input type="checkbox"/> ②連絡体制はあるが、やや形骸化している。 <input type="checkbox"/> ③連絡体制はない。	②連絡体制の運用、連携目的・意義の再確認 ③連絡体制の整備と運用	・異常の早期把握 ・適切な初期対応の実施
	(30)	水質異常の把握から着水井到達までの時間	<input type="checkbox"/> ①関係機関との連絡体制や水質計器の整備等により、1～数時間前にはおおむね把握できる。 <input type="checkbox"/> ②着水井に到達するまでは把握できない。	②連絡体制の整備、連絡体制の運用方法の見直し、水質計器の整備	・異常の早期把握 ・適切な初期対応の実施

分類	No.	チェック項目	チェック欄（現在の状況）	状況に応じた改善策	改善の意義
水質異常時等の管理	(31)	緊急時体制	<input type="checkbox"/> ①マニュアル等により配備計画が整備されており、定期的な対応訓練も実施している。 <input type="checkbox"/> ②マニュアル等はあるが、対応が必要になったことが無く、訓練も行っていない。 <input type="checkbox"/> ③マニュアル等はない。	②対応訓練の実施 ③マニュアル等の整備、対応訓練の実施	・状況に応じた体制の早期構築
	(32)	異常の判断基準、管理目標	<input type="checkbox"/> ①取水制限・停止の判断基準や、処理工程ごとの管理目標を定めている。 <input type="checkbox"/> ②定めていない、あるいは定めてはいるが具体的にでない	②出来るかぎり具体的な判断基準や管理目標の設定	・主観的判断の排除 ・安定的な品質の確保
	(33)	水質事故対応マニュアル等の整備	<input type="checkbox"/> ①整備している <input type="checkbox"/> ②整備していない	②マニュアルの整備	・事故拡大の防止
	(34)	水安全計画の整備	<input type="checkbox"/> ①整備している <input type="checkbox"/> ②整備していない	②水安全計画の整備 （難しい場合は、最優先項目等からの段階的な取り組みも有効）	・安定的な品質の確保 ・技術継承

【資料 4】 現有施設の諸元整理様式例

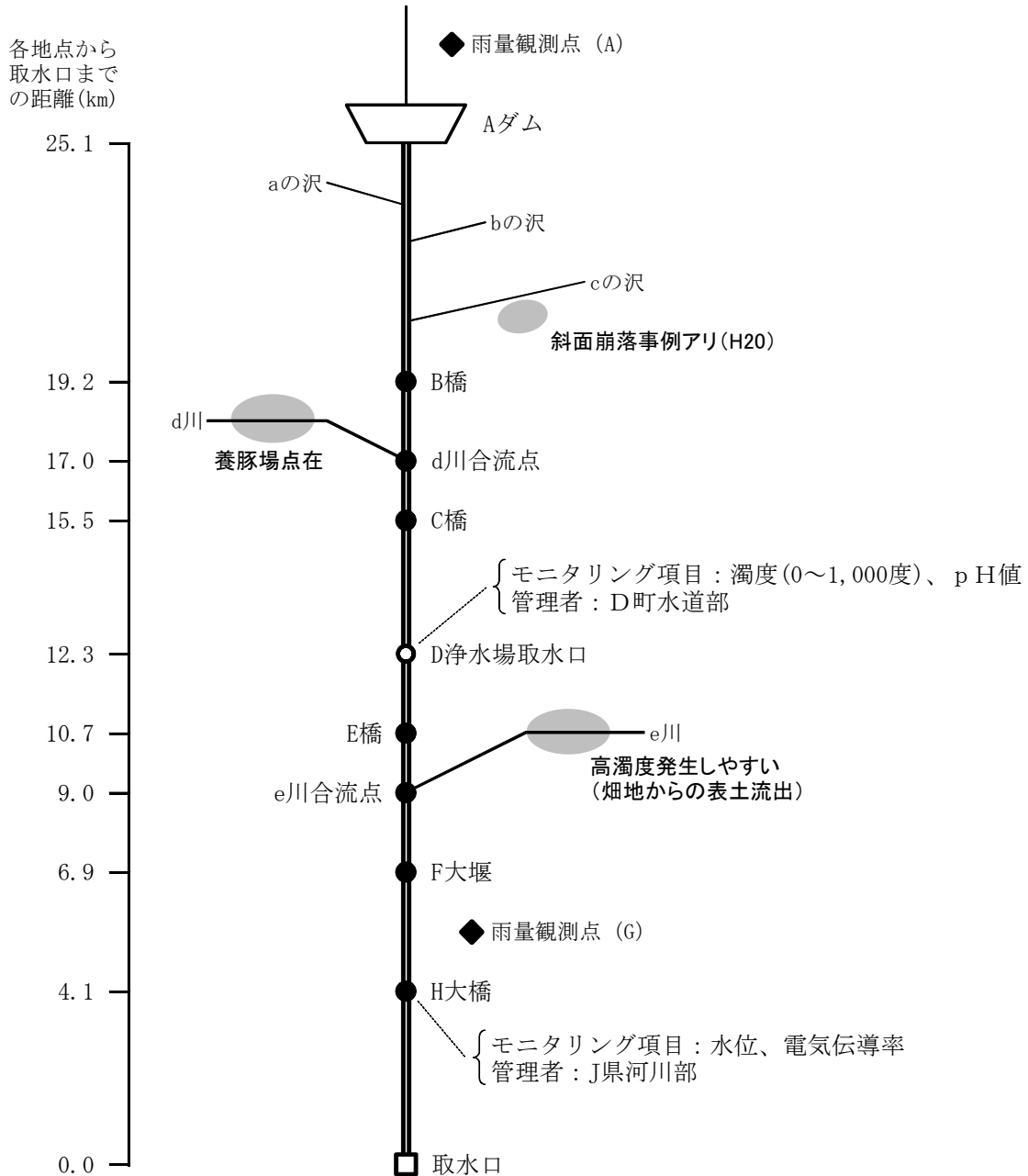
施設名・項目	記入要否	記入欄	単位	評価基準		備考
				可	不可	
総則	計画最大水量 計画原水濁度 平均 最大	必須 必須 〃	m ³ /日 度 度	把握している 把握している 把握していない	把握していない 把握していない 把握していない	施設により異なる場合は、もとも小さい値を記入
導水施設	口径・延長 有効容量 滞留時間	必須 〃 〃	m m ³ 分	把握している 把握している 把握している	把握していない 把握していない 把握していない	自然流下の場合は、適宜水位を考慮
原水調整池	池数 有効容量 滞留時間	施設有の場合 〃 〃	池 m(全池計) 時間	把握している 把握している 把握している	把握していない 把握していない 把握していない	
前凝集	薬品種類 計画注入率 平均 最大	必須 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	PAC、硫酸ばんど、PSI 等 凝集剤としての注入率
後凝集 (二段凝集)	薬品種類 計画注入率 平均 最大	設備有の場合 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	PAC、硫酸ばんど、PSI 等 凝集剤としての注入率
前アルカリ	薬品種類 計画注入率 平均 最大	設備有の場合 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	苛性ソーダ、消石灰、ソーダ灰 等 100%濃度概算注入率
前塩素	薬品種類 計画注入率 平均 最大	設備有の場合 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	次亜塩素酸ナトリウム、液化塩素 等 有効塩素としての注入率
中塩素	薬品種類 計画注入率 平均 最大	設備有の場合 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	次亜塩素酸ナトリウム、液化塩素 等 有効塩素としての注入率
後塩素	薬品種類 計画注入率 平均 最大	設備有の場合 〃 〃	mg/L mg/L	把握している 能力は十分である	把握していない 能力が不足	次亜塩素酸ナトリウム、液化塩素 等 有効塩素としての注入率
凝集剤貯蔵槽	槽数 有効容量 貯蔵日数	必須 〃 〃	槽 日分	把握している 30以上	把握していない 15未満	〔計画最大水量〕×〔平均注入率〕の使用量に対する日数
アルカリ剤 貯蔵槽	槽数 有効容量 貯蔵日数	設備有の場合 〃 〃	槽 日分	把握している 2	把握していない 1	
塩素剤貯蔵槽	槽数 有効容量 貯蔵日数	必須 〃 〃	槽 日分	把握している 30以上	把握していない 15未満	連続使用でない場合は10日以上で「良」
薬品混和池 (前凝集)	混和方式 池数 有効容量 滞留時間 攪拌強度(G値)	施設有の場合 〃 〃 〃 〃	m(全槽計) 池 m(全池計) 分 秒 ⁻¹	把握している 10以上 把握している 1 1~5 500以上	把握していない 10未満 把握していない 0 1以下 350以下	迂流式、フラッシュミキサー、ポンプ攪拌 等

施設名・項目	記入要否	記入欄	単位	評価基準		備考
				良	不可	
ブロック形成池	混合方式	施設有の場合	—	把握している	把握していない	逆流式、機械式等
	池数	〃	池	2以上	1	
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	把握していない	
	滞留時間	〃	分	20~40	20以下	
	周辺速度	該当方式の場合	cm/秒	15~80	左記以外	機械式の場合
	平均流速	〃	cm/秒	15~30	左記以外	逆流式の場合
	攪拌強度(GT値)	必須	—	23,000~210,000	左記以外	
	形式	施設有の場合	—	把握している	把握していない	横流式沈殿池、横流式傾斜板沈殿池、上向流式傾斜管沈殿池等
	池数	〃	池	2以上	1	
	池長:池幅比	〃	—	3:1~8:1	3:1以下	
表面負荷率	横流式	該当形式の場合	mm/分	15~30	15以下	
	横流式傾斜板	〃	mm/分	4~9	4以上	
	上向流式傾斜管	〃	mm/分	7~14	14以上	
	横流式	〃	m/分	0.3以下	0.3以上	
	横流式傾斜板	〃	m/分	0.6以下	0.6以上	
	上向流式傾斜管	〃	mm/分	80以下	80以上	平均上昇流速として
	堰負荷	施設有の場合	m/日/m	把握している	把握していない	堰荷式、気圧式、全面ホツハ式、池を空にする方式
	排泥方式	〃	—	把握している	把握していない	
	排泥量	〃	m ³ /回/池	把握している	把握していない	スラリー循環形、スラッジプランケット形、脈動形、複合形
	形式	施設有の場合	—	把握している	把握していない	
高速凝集沈殿池	池数	〃	池	2以上	1	
	表面負荷率	〃	mm/分	40~60	40以下	
	滞留時間	〃	分	1.5~2.0	1.5以下	
	堰負荷	〃	m/日/m	350以下	350以上	
	排泥量	〃	m ³ /回/池	把握している	把握していない	
	形式	必須	—	把握している	把握していない	重力式(水位制御形、自然平衡形等)、圧力式等
	池数	〃	池	2以上	1	
	ろ過面積	〃	m ²	把握している	把握していない	
	ろ過速度	〃	m/日	120~150	150以上	二層の場合は240までが“良”
	ろ置構成	〃	—	把握している	把握していない	単層、二層
急速ろ過池	ろ置種類	〃	—	把握している	把握していない	アンストライト、珪砂
	ろ置厚	〃	cm	60~70	60未満	二層の場合は60~80が“良”
	初期水頭	必須	—	把握している	把握していない	
	全損失水頭	〃	m	通常のろ過継続時間は2日以上	把握していない	ハーディングを除く
	洗浄方法	〃	—	把握している	把握していない	ろ過継続:数時間
	洗浄用水供給方法	〃	—	把握している	把握していない	表洗+逆洗、空洗+逆洗、逆洗のみ
	洗浄排水量	〃	m ³ /回/池	把握している	把握していない	洗浄ポンプ、洗浄タンク(自然流下)、自己水洗浄型等
	洗浄時間	〃	分	把握している	把握していない	
	最短洗浄間隔	〃	分	把握している	把握していない	洗浄タンクへの揚水時間
	形式	必須	—	把握している	把握していない	
浄水池	池数	〃	池	2以上	1	
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	把握していない	
	設計低水位(LWL)	〃	m	池底より0.15以上	池底より0.15未満	
	設計高水位(HWL)	〃	m	LWL+3~6	LWL+3未満	
	運用水位	〃	m	LWL+6以上	LWL+6未満	
	滞留時間	〃	時間	把握している	把握していない	

施設名・項目	記入要否	記入欄	単位	評価基準		備考
				良	不可	
配水池 (配水池)	池数	必須	池	2以上	1	把握していない 池底より0.15未満 LWL+3未満 把握していない 12未満
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	—	
	設計底水位	〃	m	LWL+3~6	—	
	設計高水位	〃	m	把握している	—	
	運用水位	〃	m	2以上	—	
	滞留時間	〃	時間	把握している	—	
排水池	池数	必須	池	2以上	1	把握していない 1未満
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	—	
排泥池	有効容量(1池あたり)	〃	m(全池計)	把握している	—	る過池1池の1回分の洗淨排水量に対する割合。状況に応じて捨水 1回分排泥量に対する割合。(人力排泥の場合は1日分に対する割合)
	池数	必須	池	2以上	1	
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	—	
	有効容量(1池あたり)	〃	m(全池計)	把握している	—	
濃縮槽	槽数	必須	槽	2以上	1	把握していない 24以下 20以上
	有効容量	〃	m(全池計)	把握している	—	
	滞留時間	〃	時間	24~48	48以上	
	固形物負荷	〃	kg/m ² /日	10~20	10以下	
	台数	必須	台	2以上	—	
脱水機	台数	必須	台	通常は平日昼間のみ	—	高濁度時は時間延長 土日運転が常態
	運転時間	〃	時間	2以上	—	
天日乾燥床	池数	必須	池	60以下	—	60~85 85以上
	ヶ-含水率	〃	%	—	—	

【資料 6】水源河川のフロー図作成例

(参考例) 流域情報を併記した例



各地点から取水口までの到達時間

河川流量 \ 地点	Aダム	B橋	d川合流点	C橋	D浄水場取水口	E橋	e川合流点	F大堰	H大橋
10m ³ /sec (平均流量)	9:05	6:56	6:09	5:36	4:27	3:52	3:15	2:29	1:29
50m ³ /sec	2:01	1:32	1:22	1:14	0:59	0:51	0:43	0:33	0:19
100m ³ /sec	1:08	0:52	0:46	0:42	0:33	0:29	0:24	0:18	0:11

(2) 高濁度原水の履歴一覧表の例

通番	発生日	雨量(mm)		原水濁度		薬品注入率(最高)			取水制限		取水停止		給水停止		特記事項
		総雨量	10分間最大	最高濁度(度)	高濁度継続時間	PAC(mg/L)	前アルカリ(mg/L)	前塩素(mg/L)	最小取水量(m ³ /hr)	開始	終了	実施時間	開始	終了	
1	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
2	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
3	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
4	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
5	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
6	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
7	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
8	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
9	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
10	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
11	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
12	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
13	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
14	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
15	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
16	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
17	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
18	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
19	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:
20	年 月 日 ~ 年 月 日				:					/	/	/	/	/	:

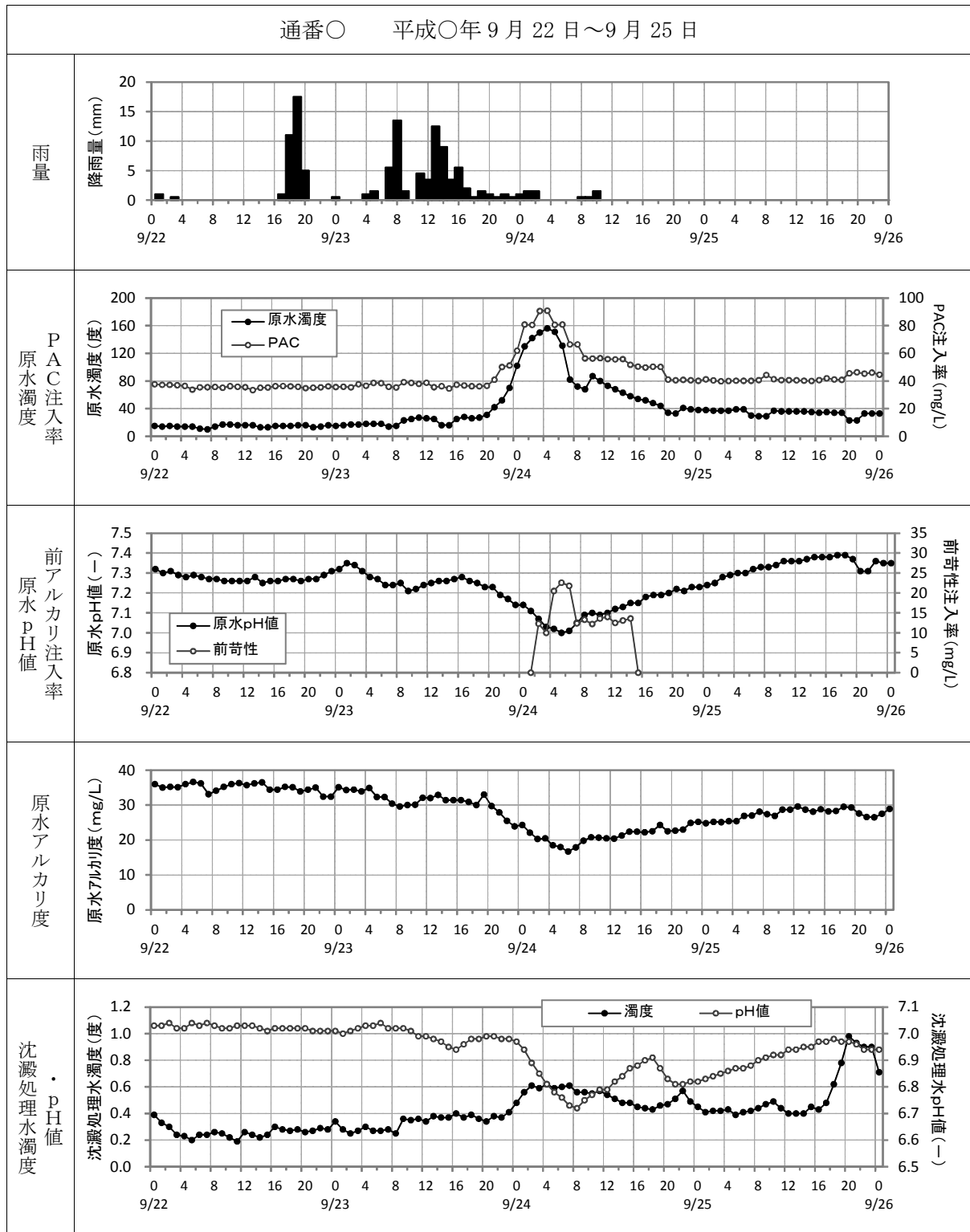
《ポイント》 ☞ このようない覧表を用意しておくこと、気象予報や水源流域の状況をもとに、来たる高濁度原水の程度や対応レベルを予想しやすい。

☞ 別途、通番ごとに雨量や水質、薬品注入率等の経時変化グラフを作成しておくこと、なお良い。(3) 節参照)

☞ “高濁度” の定義は任意であるが、原水濁度の管理基準 (レベル2 またはレベル3) *の超過が目安となる。

* 『浄水処理における濁度管理マニュアル』の表2 参照

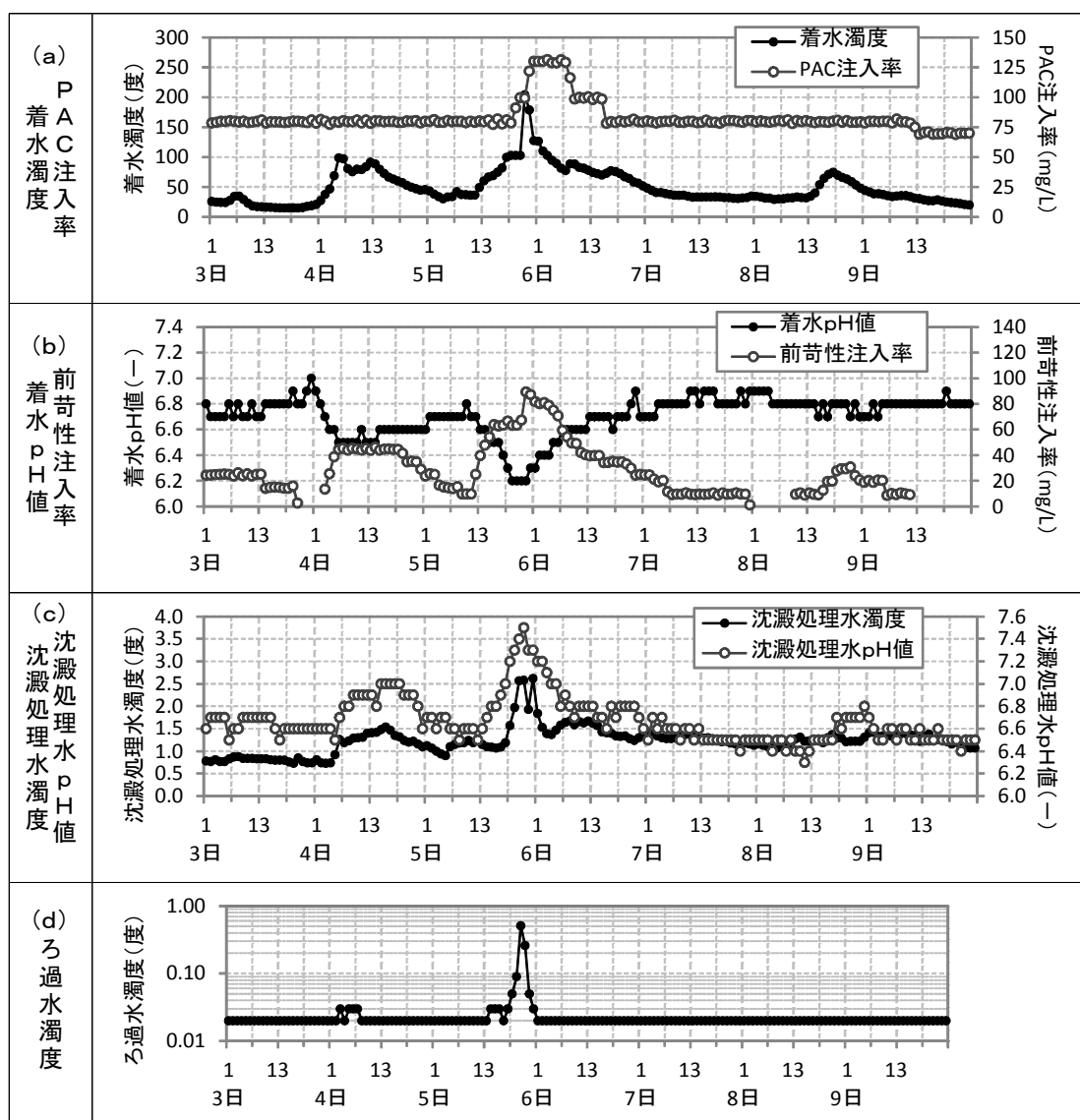
(3) 経時変化グラフの作成



- 《ポイント》
- ☞ 各グラフの横軸の範囲や目盛間隔は揃える
(大きくずれていると、相互の関係を読み取りにくい)
 - ☞ 縦軸の範囲は、変動が読み取りやすいように設定する
(実際の変動範囲に対して大き過ぎると、平坦なグラフとなる)
(必要に応じて、二軸や対数目盛を採用する)
 - ☞ 適度に目盛線を示すと、おおよその値を読み取りやすい

(4) 分析方法の一例

ステップ1：対象期間を選定して、以下のような経時変化グラフを作成する（前(3)項参照）



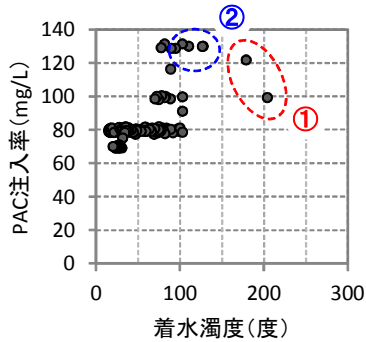
ステップ2：経時変化グラフの特徴を読み取る

上図の例では、次のような特徴が読み取れる

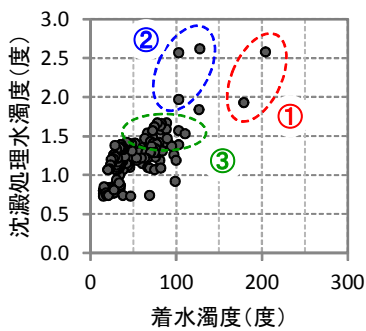
- ① 5日夜の着水濁度上昇に対して、PAC 注入強化が遅れ気味である（a 図）。
- ② 5日夜～6日未明の沈澱処理水 pH 値がやや高い（c 図）。
着水 pH 値の低下に対して、前苛性が過剰気味であった可能性がある（b 図）。
- ③ 5日夜の沈澱処理水濁度が高い（c 図）。PAC 注入不足や適正 pH 値の逸脱が原因であった可能性がある。
- ④ 5日夜に、ろ過水の濁度が 0.1 度を超過している（d 図）。

ステップ3：薬品注入率や各工程の水質の関係を x y グラフ（散布図）で表してみる

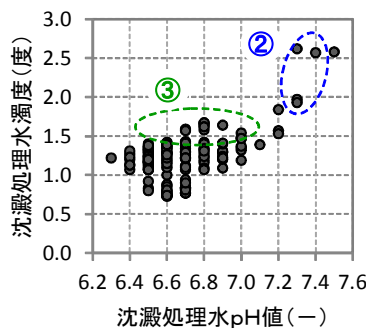
(e) 着水濁度とPAC注入率の関係



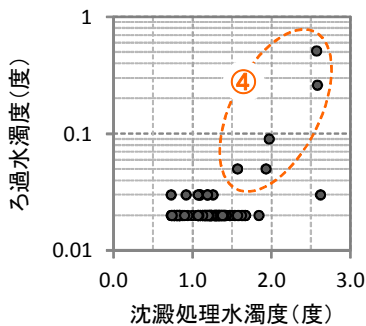
(f) 着水濁度と沈澱処理水濁度の関係



(g) 沈澱処理水pH値と沈澱処理水濁度の関係



(h) 沈澱処理水濁度とろ過水濁度の関係



【注意】

f 図やh 図のように、異なる地点の結果をプロットする場合は、大まかでよいので流下時間（タイムラグ）を考慮する。

(例) 着水から沈澱処理水まで、1 時間 50 分程度要する場合は、8 時の着水水質に対して 10 時の沈澱処理水水質を対応付ける。

ステップ4：x y グラフ（散布図）から、処理の傾向や許容値を読み取る

上図の例では、次のような傾向等が読み取れる

- ① 着水濁度 200 度前後のプロットは、着水濁度 100 度前後のプロットより PAC 注入率が低く (e 図①)、PAC 注入不足により沈澱処理水濁度が高くなった可能性が高い (f 図①)。
- ② 着水濁度 100 度前後において、PAC 注入率が十分であったにもかかわらず沈澱処理水濁度が高くなった場合がある (e 図②と f 図②)。凝集 pH 値 (沈澱処理水 pH 値) が適正範囲を逸脱していたことが原因である可能性が高い (f 図②と g 図②)。
- ③ 沈澱処理水 pH 値が高くななくても、着水濁度が 60 度を超えるあたりから、沈澱処理水濁度は 1.5 度を超える場合がある (f 図③と g 図③)。
- ④ 沈澱処理水濁度が 1.5 度を超えるあたりからろ過水濁度が高くなる場合があり、沈澱処

理水濁度が2度を超過すると、ろ過水濁度が0.1度を超過しやすくなる（h 図④）。

⑤ 以上の考察より、高濁度原水に対する運転管理では次の点に留意する。

- ☞ ろ過水濁度を0.1度以下に管理するために、沈澱処理水濁度は2度を超えてはならない。できるだけ1.5度以下に管理する。
- ☞ 沈澱処理水のpH値は7.0以下に管理する。
- ☞ 原水濁度の上昇に対して、PAC注入率の操作が遅れないようにする。原水濁度60度付近より、管理体制を強化すべきである。

【注意】

上記⑤はこの例における留意点であって、具体的数値は、浄水場の特性によって異なる。

(別紙1)

取水停止判断基準

原水が下表の基準に達した場合には、直ちに取水を停止し、初動体制フロー（別紙2）に基づき、速やかに監督職員（浄水担当係長）・浄水場長に連絡すること。

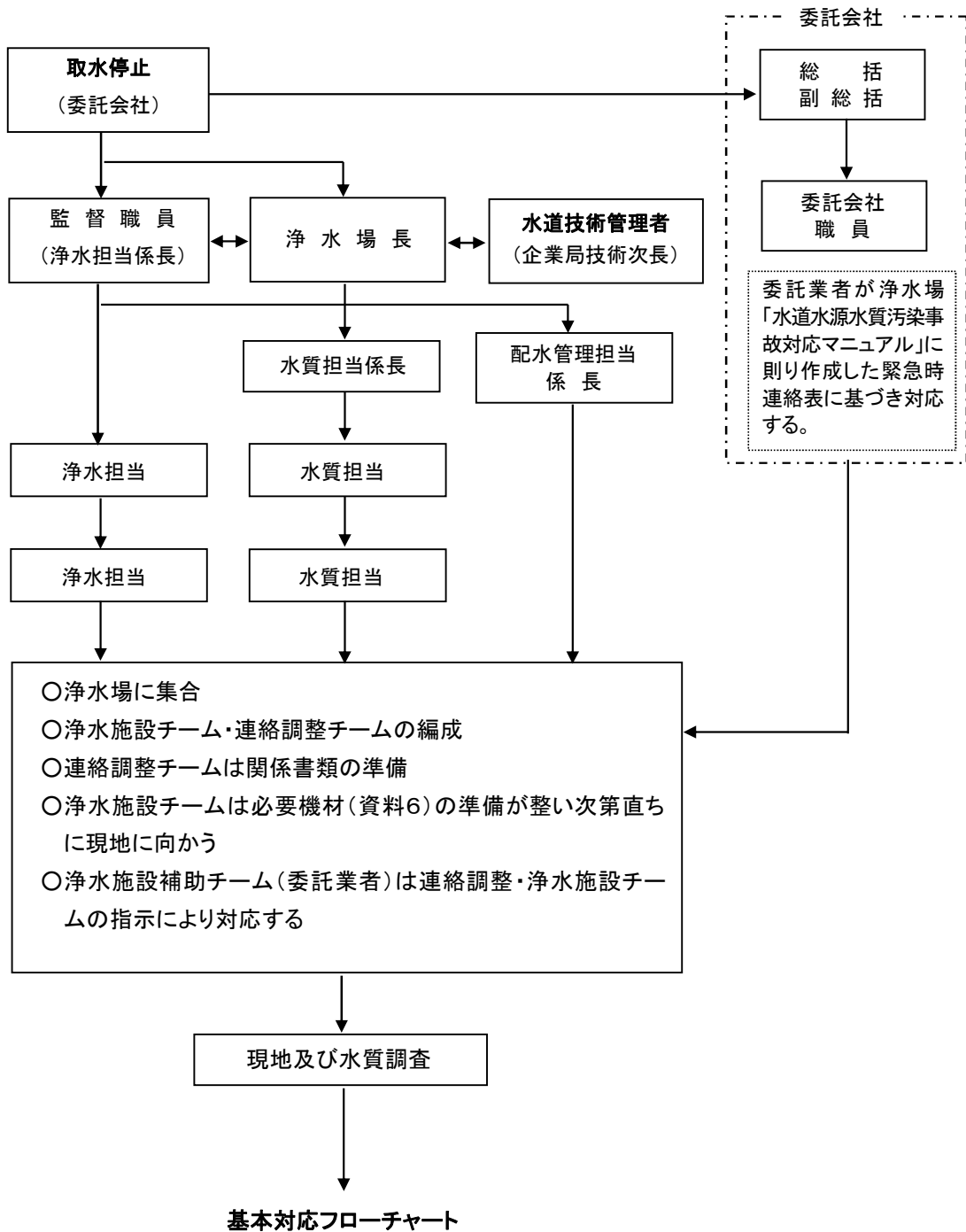
	監視装置等	判断基準	備考
水道水源自動監視装置	バイオアッセイ (魚)	明らかな異常行動 または 半数以上の死亡 (10匹中5匹以上)	異常行動とは、下表に掲げた反応を特徴とする魚類の異常行動をいう。
	アンモニア性窒素自動測定装置	警報の発生 (アンモニア性窒素濃度 0.5 mg/L 超過)	測定間隔 : 20 分間 測定範囲 : 0.00 ~ 5.00 mg/L
	微量水中油分モニタ	警報の発生 (油分濃度変化率 -0.2mg/L 以下または 0.2mg/L・min 以上)	応答時間 : 15 分間 測定範囲 : -0.2 ~ 0.2 mg/L・min
	濁度計 (取水口)	警報・自動一時取水停止 (濁度 200 度) 取水限度濁度 : 2,000 度	測定間隔 : 連続 測定範囲 : 0 ~ 20,000 度
その他	上記以外を原因とした水質異常発生の疑いが生じた場合には、直ちに監督職員（浄水担当係長）・浄水場長に連絡し、指示を仰ぐこと。		

魚類の異常行動

浮上反応	毒物の流入初期には水面に浮上し、口の開閉が激しくなったり、飛び跳ねが増える。
鈍化反応	毒物の種類によっては、泳ぎが鈍くなる。
横転反応	狂ったように動きまわり、背びれが倒れ、横転あるいは背位となり、呼吸が衰えて死ぬ。
魚体異常	皮膚から粘液を出し、エラや口から粘液の糸を引く。 皮膚、口の周囲、ヒレの付け根などから出血する。 エラの色が変化する（シアン化合物 → 鮮紅色、アルカリ → 赤褐色、鉛 → 灰白色等）。

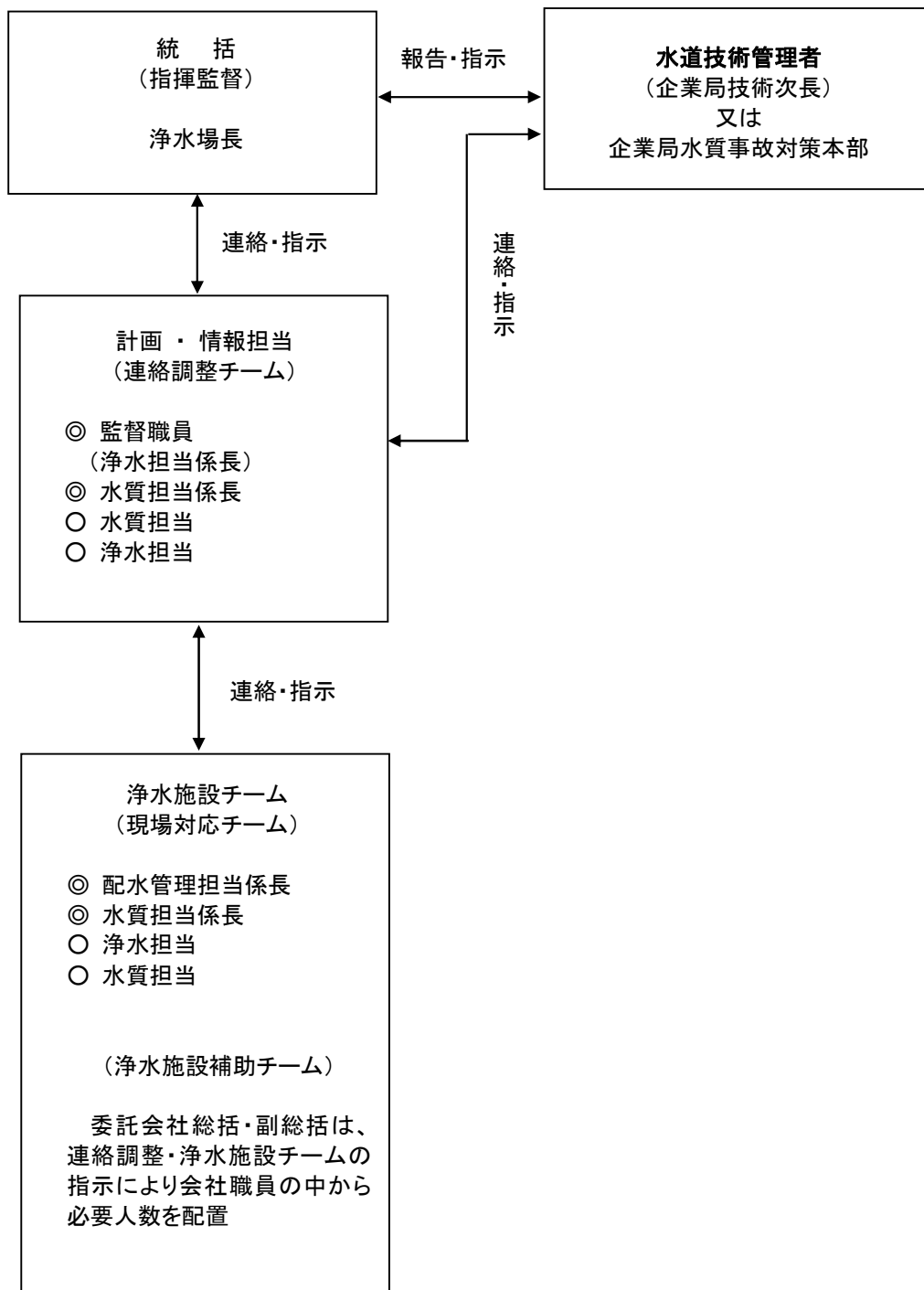
(別紙2)

初 動 体 制



(別紙3)

応急・復旧体制



※ 水質担当係長は、水質汚染事故内容により計画・情報担当又は浄水施設チームに配置される。



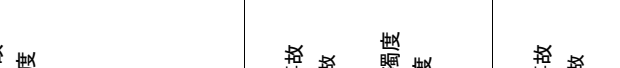
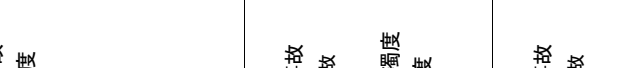
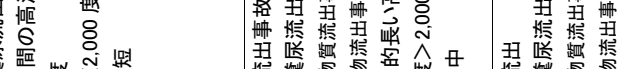
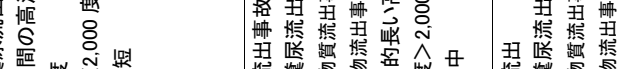
(別紙4)

応急・復旧対応業務分担

班	業務分担	班員
統括 (指揮監督)	1 応急・復旧対応の統括・指揮・命令 2 企業局水質汚染事故対策本部との連絡調整	浄水場長
計画・情報担当 (連絡調整 チーム)	1 水質汚染事故被害状況の調査 2 応急・復旧計画の作成 3 応急・復旧業者への応援要請と配備 4 浄水施設等復旧チーム(現場対応班)との連絡調整 5 企業局水道事故対策本部との連絡調整 6 委託会社に対する業務の指示、報告	浄水担当係長 (監督職員) 水質担当係長 水質担当 浄水担当
浄水施設チーム (現場対応 チーム)	(取水・浄水・配水) 1 水質汚染事故発生源の調査・情報収集 2 取水施設の操作及び監視 2 導水施設の操作及び監視 3 浄水施設の操作及び監視 4 送・配水施設の操作及び監視 (水質) 1 現場での簡易水質検査 2 試験室での精密水質検査 3 浄水処理管理	(取水・浄水・配水) 配水管理担当係長 浄水担当 (水質) 水質担当係長 水質担当
浄水施設補助 チーム	計画・情報担当、浄水施設チームからの指示を受け、編成 1 現場対応(水質関係)の補助 2 現場対応(浄水関係)の補助	委託会社職員

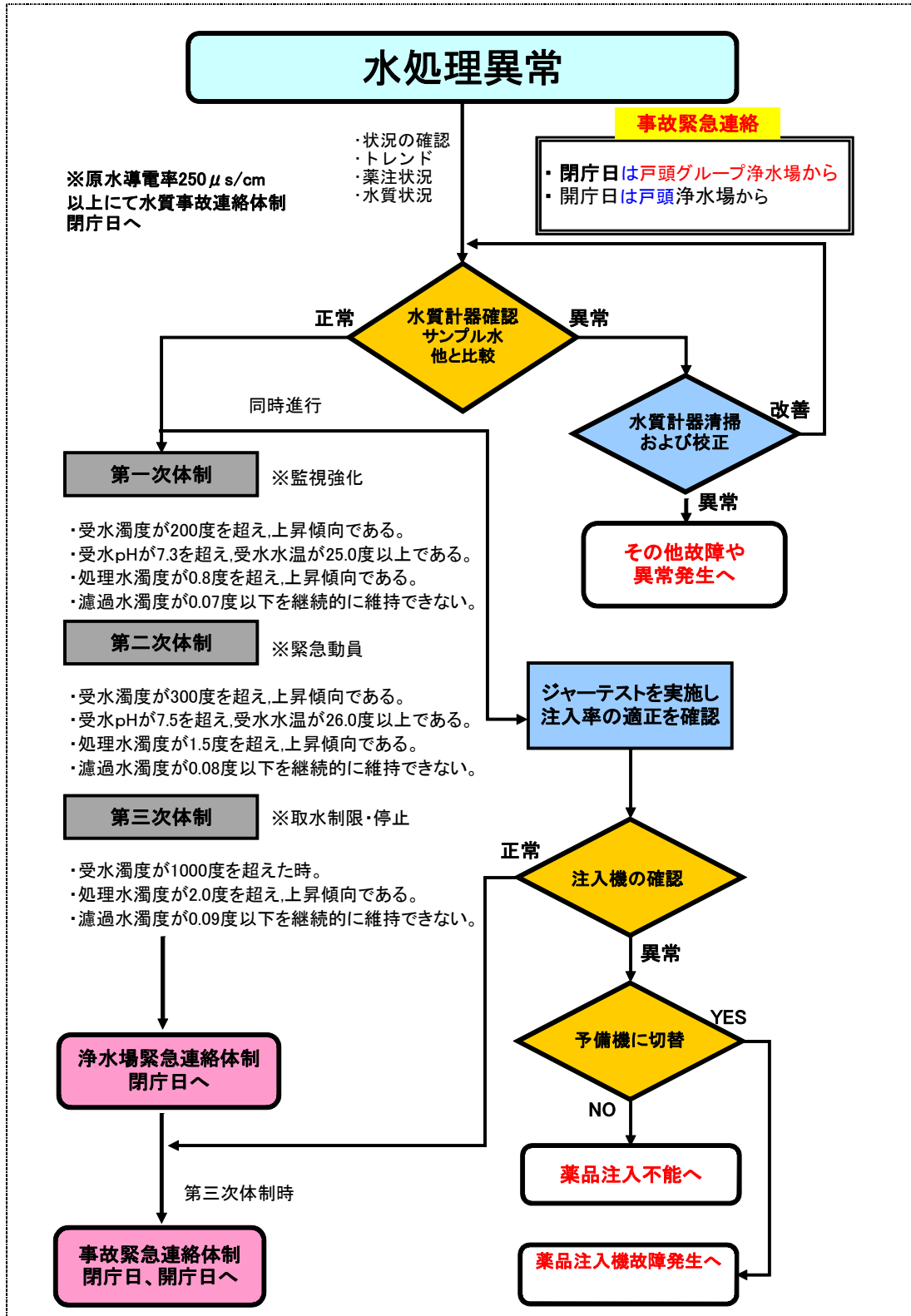
(別紙5)

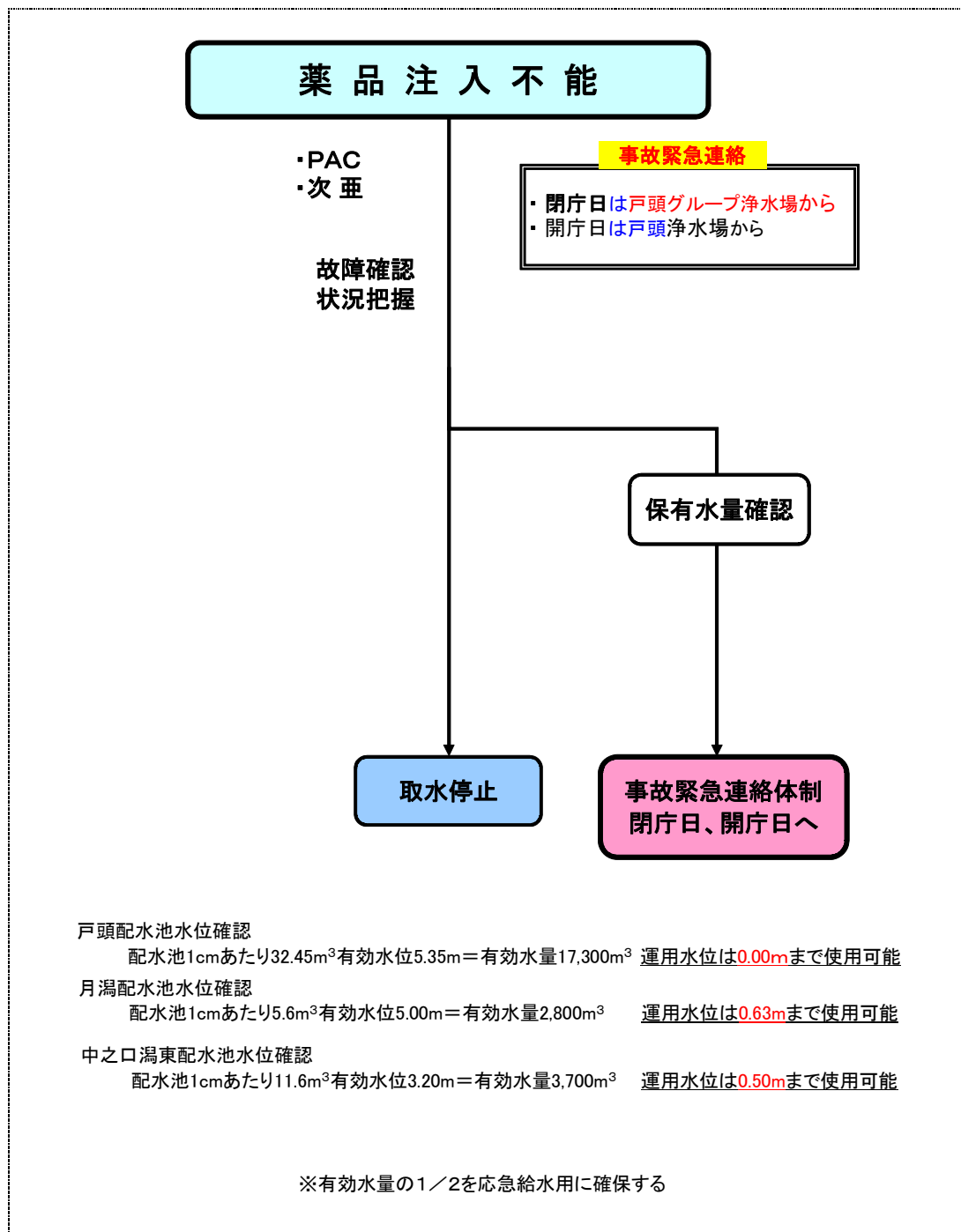
水質汚染事故被害想定

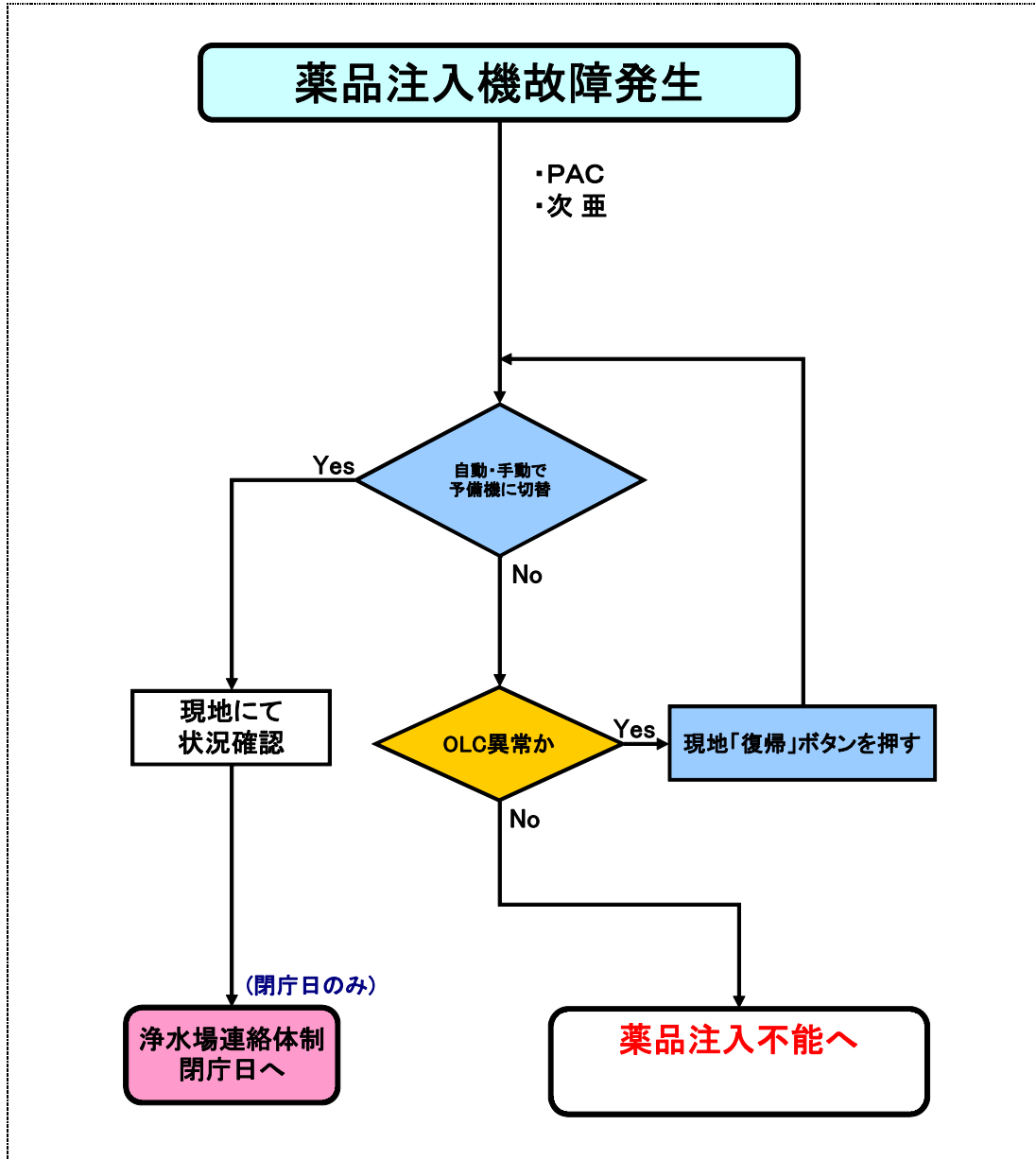
レベル	被害想定	想定事故事例	発生頻度	想定被害	対策
1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水・導水施設での対策の実施により対応が可能 ○ 通常の浄水処理では対応が困難であるものの、浄水処理の強化で対応が可能 ○ 取水を停止した場合においても、滞水池の運用可能時間内の対応が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小規模の油の流出事故 ○ 小規模の家畜糞尿流出事故 ○ 大雨による短時間の高濁度 <ul style="list-style-type: none"> □ 取水口濁度 ≥ 200 度、$< 2,000$ 度 □ 継続時間 短 	多い 	少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水・導水施設での対策 オイルフェンス・オイルマットの使用 ○ 浄水処理の強化 PAC、次亜塩素酸添加量の増加 ○ 取水停止後、滞水池の運用 企業局「水道施設危機管理対策マニュアル」 3.水質汚染事故対策マニュアル 第1非常配備
2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水・導水施設での対策の実施でも対応が困難 ○ 浄水処理の強化でも対応が困難 ○ 滞水池・配水池の運用に頼らざるを得ないものの、比較的短時間で復旧が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 中規模の油の流出事故 ○ 中規模の家畜糞尿流出事故 ○ 有機溶剤等化学物質流出事故 ○ シアン・農薬等毒物流出事故 ○ 大雨による比較的長い高濁度 <ul style="list-style-type: none"> □ 取水口濁度 $> 2,000$ 度 □ 継続時間 中 	少ない 	多い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水停止後、滞水池・配水池の運用 企業局「水道施設危機管理対策マニュアル」 3.水質汚染事故対策マニュアル 第1非常配備
3	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水・導水施設での対策の実施でも対応が困難 ○ 浄水処理の強化でも対応が困難 ○ 復旧までに長時間を要し、滞水池・配水池の運用でも対応が困難 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 大規模の油の流出 ○ 大規模の家畜糞尿流出事故 ○ 有機溶剤等化学物質流出事故 ○ シアン・農薬等毒物流出事故 ○ テロ等による毒物混入 ○ 大雨による長時間の高濁度 <ul style="list-style-type: none"> □ 取水口濁度 $> 2,000$ 度、 □ 継続時間 長 	少ない 	多い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 取水停止後、滞水池・配水池の運用 ○ 減・断水措置 ○ 応急給水 企業局「水道施設危機管理対策マニュアル」 3.水質汚染事故対策マニュアル 第2非常配備 (水質事故対策本部の設置)

(事例 2) 新潟市水道局の例 ^[18]

- 《ポイント》
- ☞ 濁度の区分に応じた対応方法・体制が明確である
 - ☞ ジャーテストの実施や薬品注入機の確認が明示されている
 - ☞ 配水池の保有水量確認が明示されている（薬品注入不能時のフロー）







【資料 9】 作業分担表の一例

(事例) 北見市企業局の例 ^[17]

p101 のとおり

(参考例) 班編成の難しい事業体を想定した例

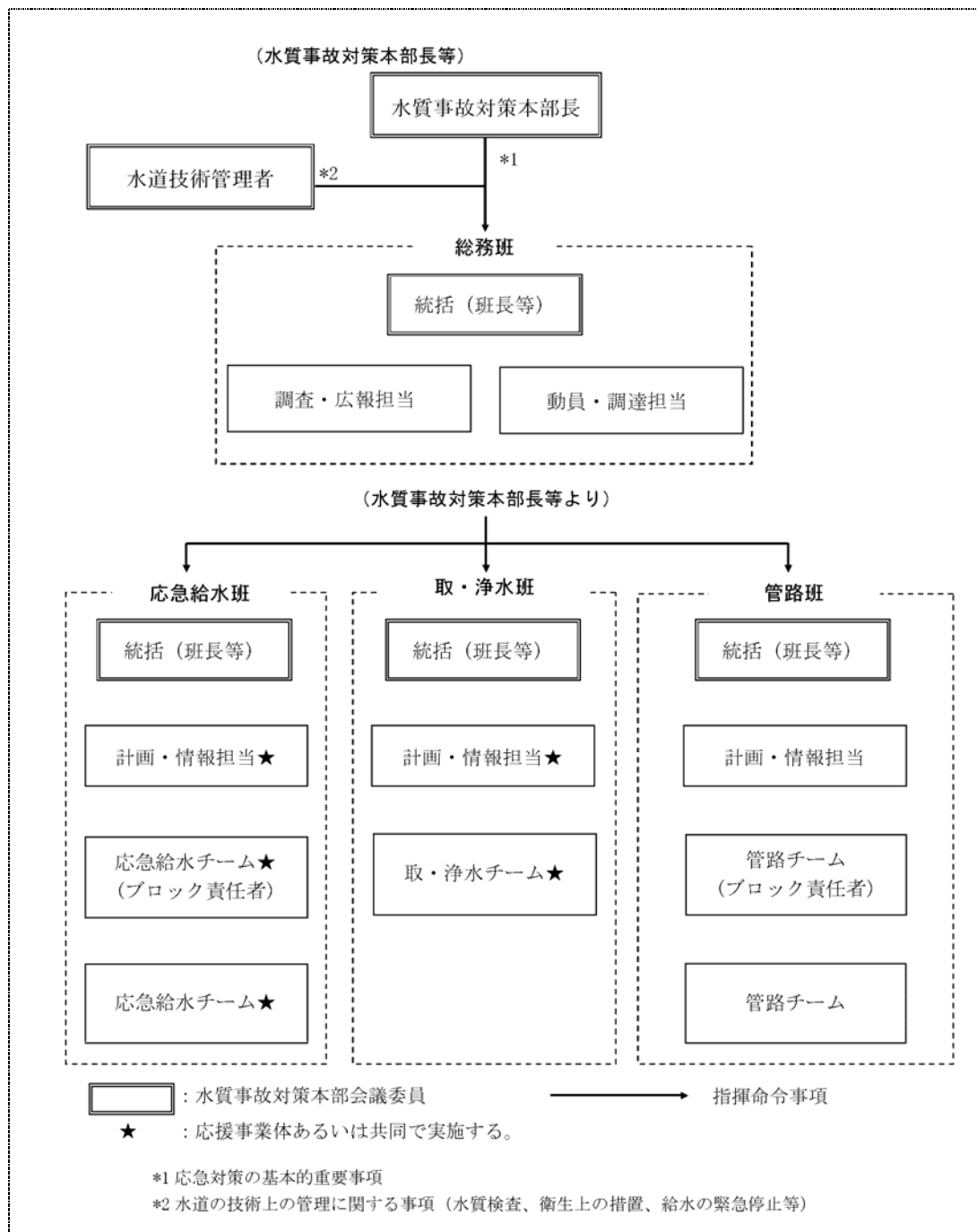
次頁のとおり

(参考例) 班編成の難しい事業体を想定した例

業務項目	具体例	局職員							委託職員				備考		
		技術 管理者	場長	技術 A	技術 B	事務 C	事務 D	事務 E	担当 F	担当 G	担当 H				
流域・上流の情報収集、 予想	気象情報、河川水位、上流事業体 からの情報収集、原水水質の予想			主担							補助				
取水制限・停止の決定		決定	助言												
給水制限・停止の決定		決定	助言												
給水停止・再開作業	弁操作、洗管			主担	補助										
給水再開作業計画の作成		承認	立案	補助											
取水・導水施設の監視・ 操作	計器監視、現場確認、ゲート操作、 取水停止・再開作業（取水・導水）										補助			主担	
浄水施設の監視・操作	計器監視、現場確認、簡易水質試 験、取水停止・再開作業（浄水）													補助	
ジャータレスト								補助					主担		
浄水施設の処理強化の 指示	薬品注入率の決定、排泥指示、必 要に応じて計器監視・現場確認			補助											
送配水施設の監視・操作	計器監視													補助	
厚生労働省等への報告		主担	補助												
応急給水計画の作成		承認	立案												
応急給水 (病院等への運搬給水)					主担						補助				
応急給水 (拠点給水)					主担										
他事業者への応援要請		主担				補助									
広報	広報資料等の作成、市長部局への 依頼			補助		主担									広報や公共機関等への連 絡は市長部局にて実施
苦情処理	電話受付			補助		主担									
マスコミ対応	取材・会見対応		補助			主担									

【資料 10】指揮系統図の一例

(事例 1) 水質汚染事故対策マニュアル策定指針の例 ^[19]



(事例 2) 北見市企業局の例 ^[17]

p100 のとおり

【資料 11】凝集剤 (PAC) 注入率早見表

原水濁度 (度)	PAC注入率(mg/L)		
	例1 色度:低 pH値:中 アルカリ度:低 の場合	例2 色度:高 pH値:中 アルカリ度:低 の場合	例3 色度:低 pH値:高 アルカリ度:高 の場合
10	25 ~ 35	60 ~ 70	55 ~ 65
20	30 ~ 40	75 ~ 85	65 ~ 75
30	35 ~ 45	85 ~ 95	75 ~ 85
40	40 ~ 50	95 ~ 105	80 ~ 90
50	45 ~ 55	105 ~ 115	85 ~ 95
60	50 ~ 60	110 ~ 120	90 ~ 100
70	50 ~ 60	115 ~ 125	95 ~ 105
80	55 ~ 65	120 ~ 130	100 ~ 110
90	55 ~ 65	125 ~ 135	105 ~ 115
100	60 ~ 70	130 ~ 140	105 ~ 115
120	60 ~ 70	140 ~ 150	115 ~ 125
140	65 ~ 75	145 ~ 155	120 ~ 130
160	70 ~ 80	150 ~ 160	125 ~ 135
180	70 ~ 80	155 ~ 165	125 ~ 135
200	75 ~ 85	165 ~ 175	130 ~ 140
220	80 ~ 90	170 ~ 180	135 ~ 145
240	80 ~ 90	175 ~ 185	140 ~ 150
260	85 ~ 95	180 ~ 190	140 ~ 150
280	85 ~ 95	180 ~ 190	145 ~ 155
300	85 ~ 95	185 ~ 195	145 ~ 155
320	90 ~ 100	190 ~ 200	150 ~ 160
340	90 ~ 100	195 ~ 205	155 ~ 165
360	95 ~ 105	195 ~ 205	155 ~ 165
380	95 ~ 105	200 ~ 210	160 ~ 170
400	95 ~ 105	205 ~ 215	160 ~ 170
420	100 ~ 110	210 ~ 220	160 ~ 170
440	100 ~ 110	210 ~ 220	165 ~ 175
460	100 ~ 110	215 ~ 225	165 ~ 175
480	105 ~ 115	215 ~ 225	170 ~ 180
500	105 ~ 115	220 ~ 230	170 ~ 180
520	105 ~ 115	225 ~ 235	170 ~ 180
540	110 ~ 120	225 ~ 235	175 ~ 185
560	110 ~ 120	230 ~ 240	175 ~ 185
580	110 ~ 120	230 ~ 240	180 ~ 190
600	115 ~ 125	235 ~ 245	180 ~ 190

《適用する原水水質の目安》

色度(真色度の最高)

高: 40度以上 低: 10度以下

pH値

高: 7.5~8.0 中: 7.0~7.5

アルカリ度

高: 25~60mg/L 低: 15~30mg/L

※いずれの例も、酸剤によるpH調整は行っていないことを前提とする

【資料 12】前アルカリ（苛性ソーダ、ソーダ灰）注入率早見表

(1) 前アルカリ早見表を用いた pH調整の方法

ステップ1：前アルカリ注入率の決定

(ア) 原水の pH値とアルカリ度が分かっている場合

《例》原水 pH値：6.7、原水アルカリ度：12mg/L、PAC 注入率：70mg/L において、凝集後の pH値は 6.7 を目標とする場合

- ① 該当する原水アルカリ度の区分を選択する。全く同じ値がない場合は、低いほうの区分を選択する (□)。
- ② 該当する目標 pH値の区分を選択する。全く同じ値がない場合は、低いほうの区分を選択する (□)。
- ③ 該当する原水 pH値の区分を選択する。全く同じ値がない場合は、高いほうの区分を選択する (□)。
- ④ 該当する PAC 注入率の区分よりアルカリ注入率を決定する。全く同じ値がない場合は、前後の区分に対応する注入率より計算する (□)。
表より
PAC 60mg/L → 苛性 6.0mg/L
PAC 80mg/L → 苛性 8.3mg/L
以上より
PAC 70mg/L → 苛性 7.2mg/L

原水 pH値	PAC 注入率	原水アルカリ度 10mg/L				原水アルカリ度 15mg		
		目標pH値				目標pH値		
		6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0
6.6	30	5.9	6.7	7.0	8.0	6.0	8.2	10.1
	60	7.1	8.3	9.3	10.0	7.1	8.9	10.4
	80	9.4	10.6	11.6	12.4	9.4	11.3	12.8
	100	11.8	13.0	14.0	14.7	11.8	13.6	15.1
	120	14.1	15.3	16.3	17.1	14.1	16.0	17.4
	140	16.5	17.7	18.7	19.4	16.5	18.3	19.8
6.8	160	18.8	20.0	21.0	21.8	18.8	20.7	22.1
	180	21.2	22.4	23.4	24.1	21.2	23.0	24.5
	200	23.5	24.7	25.7	26.5	23.5	25.3	26.8
	30	2.4	3.5	4.4	5.0	1.9	3.5	4.8
	40	3.6	4.7	5.5	6.2	3.1	4.7	6.0
	60	6.0	7.0	7.9	8.5	5.4	7.0	8.3
6.8	80	8.3	9.4	10.2	10.9	7.8	9.4	10.7
	100	10.7	11.7	12.6	13.2	10.1	11.7	13.0
	120	13.0	14.1	14.9	15.5	12.5	14.1	15.4
	140	15.4	16.4	17.3	17.9	14.8	16.4	17.7
	160	17.7	18.8	19.6	20.2	17.2	18.8	20.1
	180	20.1	21.1	22.0	22.6	19.5	21.1	22.4
	200	22.4	23.5	24.3	24.9	21.9	23.5	24.8

(イ) 原水の pH値が分かっている場合（アルカリ度は分からない場合）

「原水アルカリ度=20mg/L」を仮定して、前記 (ア) に準じて決定する。

(ウ) 原水の pH値とアルカリ度が分からない場合

「原水 pH値=6.8、原水アルカリ度=20mg/L」を仮定して、上記 (ア) に準じて決定する。

(エ) 原水水質や目標 pH値の見当がつかない場合

早見表の赤字のアルカリ注入率より、PAC 注入率に対応する値を用いる。

《例》PAC 注入率 50mg/L の場合

表より PAC 40mg/L → 苛性 3.6mg/L
PAC 60mg/L → 苛性 6.0mg/L } PAC 50mg/L → 苛性 4.8mg/L

《注意事項》消石灰を使用している場合は、次式により計算する

$$\text{消石灰注入率} = \text{苛性ソーダ注入率} \times 92\%$$

ステップ2：溶液としての注入率の計算（必要に応じて実施）

※薬品注入量を、溶液の注入率や注入量として設定する必要がある場合に実施

(ア) 苛性ソーダの場合

$$D_V = D_W \times 100 / C \times 1/d$$

D_V ：濃度 C の苛性ソーダ溶液の注入率 (mL/m³)

D_W ：苛性ソーダ注入率 (mg/L)

C ：注入する苛性ソーダ溶液の濃度 (%)

d ：濃度 C の苛性ソーダ溶液の比重 (g/mL)

濃度 (%)	20	22	24	26	40	48
比重	1.22	1.24	1.26	1.28	1.43	1.51

(イ) ソーダ灰の場合

$$D_V = D_W \times 100 / C$$

D_V ：濃度 C のソーダ灰溶液の注入率 (mL/m³)

D_W ：ソーダ灰注入率 (mg/L)

C ：注入するソーダ灰溶液の濃度 (%) ……正確な単位は kg/L または t/m³

(ウ) 消石灰（飽和溶液）の場合

$$D_V = D_W \times 1 / C \times 10^6$$

D_V ：濃度 C の消石灰飽和溶液の注入率 (mL/m³)

D_W ：消石灰注入率 (mg/L)

C ：注入する消石灰飽和溶液の濃度 (1,600mg/L)

(エ) 消石灰（石灰乳）の場合

(イ) ソーダ灰の場合と同じ

ステップ3：溶液としての注入量の計算（必要に応じて実施）

※薬品注入量を、溶液の注入量として設定する必要がある場合に実施

$$q = D_V \times Q \times 1/60$$

q ：アルカリ剤の注入量 (mL/分)

D_V ：ステップ2で求めた、アルカリ剤の溶液注入率 (mL/m³)

Q ：処理水量 (m³/時)

ステップ4：微調整の実施

実際の薬品混和水の pH 値を確認して、結果に応じて注入量を微調整する。

(2) 苛性ソーダ注入率早見表

		原水アルカリ度 10mg/L				原水アルカリ度 15mg/L				原水アルカリ度 20mg/L				原水アルカリ度 25mg/L				
		目標pH値				目標pH値				目標pH値				目標pH値				
		6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	
原水 pH値 6.4	PAC注入率	30	5.2	6.7	7.9	8.8	6.0	8.3	10.1	11.4	6.9	9.8	12.2	14.0	7.8	11.5	14.5	16.7
		40	6.4	7.9	9.1	10.0	7.2	9.5	11.3	12.6	8.1	11.0	13.4	15.2	8.9	12.7	15.7	17.9
		60	8.7	10.2	11.4	12.3	9.6	11.8	13.6	14.9	10.4	13.4	15.8	17.6	11.3	15.0	18.0	20.2
		80	11.1	12.6	13.8	14.7	11.9	14.2	16.0	17.3	12.8	15.7	18.1	19.9	13.6	17.4	20.3	22.6
		100	13.4	14.9	16.1	17.0	14.3	16.5	18.3	19.6	15.1	18.1	20.5	22.2	16.0	19.7	22.7	24.9
		120	15.8	17.3	18.5	19.4	16.6	18.8	20.6	22.0	17.4	20.4	22.8	24.6	18.3	22.0	25.0	27.3
		140	18.1	19.6	20.8	21.7	19.0	21.2	23.0	24.3	19.8	22.8	25.1	26.9	20.7	24.4	27.4	29.6
		160	20.5	22.0	23.2	24.1	21.3	23.5	25.3	26.7	22.1	25.1	27.5	29.3	23.0	26.7	29.7	32.0
		180	22.8	24.3	25.5	26.4	23.7	25.9	27.7	29.0	24.5	27.5	29.8	31.6	25.4	29.1	32.1	34.3
		200	25.2	26.7	27.9	28.8	26.0	28.2	30.0	31.4	26.8	29.8	32.2	34.0	27.7	31.4	34.4	36.7
原水 pH値 6.6	PAC注入率	30	3.5	4.8	5.8	6.5	3.5	5.4	6.9	8.0	3.5	6.0	7.9	9.4	3.5	6.6	9.1	10.9
		40	4.7	5.9	6.9	7.7	4.7	6.6	8.1	9.2	4.7	7.1	9.1	10.6	4.7	7.8	10.2	12.1
		60	7.1	8.3	9.3	10.0	7.1	8.9	10.4	11.5	7.0	9.5	11.5	12.9	7.0	10.1	12.6	14.4
		80	9.4	10.6	11.6	12.4	9.4	11.3	12.8	13.9	9.4	11.8	13.8	15.3	9.4	12.5	14.9	16.8
		100	11.8	13.0	14.0	14.7	11.8	13.6	15.1	16.2	11.7	14.2	16.1	17.6	11.7	14.8	17.3	19.1
		120	14.1	15.3	16.3	17.1	14.1	16.0	17.4	18.6	14.1	16.5	18.5	20.0	14.1	17.1	19.6	21.5
		140	16.5	17.7	18.7	19.4	16.5	18.3	19.8	20.9	16.4	18.9	20.8	22.3	16.4	19.5	22.0	23.8
		160	18.8	20.0	21.0	21.8	18.8	20.7	22.1	23.3	18.8	21.2	23.2	24.7	18.8	21.8	24.3	26.2
		180	21.2	22.4	23.4	24.1	21.2	23.0	24.5	25.6	21.1	23.6	25.5	27.0	21.1	24.2	26.7	28.5
		200	23.5	24.7	25.7	26.5	23.5	25.3	26.8	27.9	23.5	25.9	27.9	29.4	23.5	26.5	29.0	30.9
原水 pH値 6.8	PAC注入率	30	2.4	3.5	4.4	5.0	1.9	3.5	4.8	5.8	1.4	3.5	5.3	6.5	0.8	3.5	5.6	7.2
		40	3.6	4.7	5.5	6.2	3.1	4.7	6.0	6.9	2.6	4.7	6.4	7.7	2.0	4.7	6.8	8.4
		60	6.0	7.0	7.9	8.5	5.4	7.0	8.3	9.3	4.9	7.1	8.8	10.1	4.4	7.0	9.2	10.8
		80	8.3	9.4	10.2	10.9	7.8	9.4	10.7	11.6	7.3	9.4	11.1	12.4	6.7	9.4	11.5	13.1
		100	10.7	11.7	12.6	13.2	10.1	11.7	13.0	14.0	9.6	11.8	13.5	14.8	9.1	11.7	13.9	15.5
		120	13.0	14.1	14.9	15.5	12.5	14.1	15.4	16.3	12.0	14.1	15.8	17.1	11.4	14.1	16.2	17.8
		140	15.4	16.4	17.3	17.9	14.8	16.4	17.7	18.7	14.3	16.5	18.2	19.5	13.8	16.4	18.6	20.2
		160	17.7	18.8	19.6	20.2	17.2	18.8	20.1	21.0	16.7	18.8	20.5	21.8	16.1	18.8	20.9	22.5
		180	20.1	21.1	22.0	22.6	19.5	21.1	22.4	23.4	19.0	21.2	22.9	24.2	18.5	21.1	23.2	24.8
		200	22.4	23.5	24.3	24.9	21.9	23.5	24.8	25.7	21.4	23.5	25.2	26.5	20.8	23.4	25.6	27.2
原水 pH値 7.0	PAC注入率	30	1.8	2.8	3.5	4.1	0.9	2.4	3.5	4.4	0.1	2.0	3.6	4.7	—	1.6	3.5	4.9
		40	3.0	3.9	4.7	5.3	2.1	3.6	4.7	5.6	1.3	3.2	4.7	5.9	0.3	2.7	4.7	6.1
		60	5.3	6.3	7.1	7.6	4.5	5.9	7.1	7.9	3.6	5.5	7.1	8.2	2.7	5.1	7.0	8.5
		80	7.7	8.6	9.4	10.0	6.8	8.3	9.4	10.3	6.0	7.9	9.4	10.6	5.0	7.4	9.4	10.8
		100	10.0	11.0	11.8	12.3	9.2	10.6	11.8	12.6	8.3	10.2	11.8	12.9	7.4	9.8	11.7	13.1
		120	12.4	13.3	14.1	14.7	11.5	12.9	14.1	15.0	10.6	12.6	14.1	15.3	9.7	12.1	14.0	15.5
		140	14.7	15.7	16.4	17.0	13.9	15.3	16.5	17.3	13.0	14.9	16.5	17.6	12.1	14.5	16.4	17.8
		160	17.1	18.0	18.8	19.4	16.2	17.6	18.8	19.7	15.3	17.3	18.8	20.0	14.4	16.8	18.7	20.2
		180	19.4	20.4	21.1	21.7	18.6	20.0	21.2	22.0	17.7	19.6	21.2	22.3	16.8	19.2	21.1	22.5
		200	21.8	22.7	23.5	24.1	20.9	22.3	23.5	24.4	20.0	22.0	23.5	24.7	19.1	21.5	23.4	24.9
原水 pH値 7.2	PAC注入率	30	1.3	2.2	2.9	3.5	0.3	1.6	2.7	3.5	—	1.0	2.4	3.5	—	0.3	2.2	3.5
		40	2.5	3.4	4.1	4.7	1.5	2.8	3.9	4.7	0.4	2.2	3.6	4.7	—	1.5	3.3	4.7
		60	4.8	5.7	6.5	7.0	3.8	5.2	6.2	7.1	2.7	4.5	6.0	7.0	1.6	3.9	5.7	7.0
		80	7.2	8.1	8.8	9.4	6.2	7.5	8.6	9.4	5.1	6.9	8.3	9.4	4.0	6.2	8.0	9.4
		100	9.6	10.4	11.2	11.7	8.5	9.9	10.9	11.8	7.4	9.2	10.7	11.7	6.3	8.6	10.4	11.7
		120	11.9	12.8	13.5	14.0	10.9	12.2	13.3	14.1	9.8	11.5	13.0	14.1	8.7	10.9	12.7	14.1
		140	14.3	15.1	15.9	16.4	13.2	14.6	15.6	16.4	12.1	13.9	15.4	16.4	11.0	13.3	15.1	16.4
		160	16.6	17.5	18.2	18.7	15.6	16.9	18.0	18.8	14.5	16.2	17.7	18.8	13.4	15.6	17.4	18.8
		180	19.0	19.8	20.5	21.1	17.9	19.3	20.3	21.1	16.8	18.6	20.0	21.1	15.7	18.0	19.8	21.1
		200	21.3	22.2	22.9	23.4	20.3	21.6	22.7	23.5	19.2	20.9	22.4	23.5	18.1	20.3	22.1	23.4

赤字：原水水質や目標 pH 値の見当がつかない場合に使用する苛性ソーダ注入率

(単位：mg/L)

(3) ソーダ灰注入率早見表

		原水アルカリ度 10mg/L				原水アルカリ度 15mg/L				原水アルカリ度 20mg/L				原水アルカリ度 25mg/L				
		目標pH値				目標pH値				目標pH値				目標pH値				
		6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	6.6	6.8	7.0	7.2	
原水 pH値 6.4	P A C 注 入 率	30	10.2	14.1	17.7	20.8	11.8	17.4	22.6	26.9	13.4	20.7	27.4	33.1	15.1	24.1	32.4	39.4
		40	12.5	16.6	20.4	23.6	14.1	19.9	25.2	29.7	15.7	23.1	30.0	35.9	17.4	26.6	35.1	42.2
		60	17.0	21.5	25.6	29.1	18.6	24.8	30.5	35.2	20.2	28.0	35.3	41.4	22.0	31.5	40.3	47.7
		80	21.6	26.4	30.9	34.6	23.3	29.7	35.7	40.8	24.8	33.0	40.6	46.9	26.6	36.4	45.6	53.3
		100	26.2	31.3	36.1	40.1	27.8	34.6	41.0	46.3	29.4	37.9	45.8	52.5	31.1	41.3	50.8	58.8
		120	30.7	36.3	41.4	45.7	32.3	39.5	46.2	51.8	34.0	42.8	51.1	58.0	35.7	46.2	56.0	64.3
		140	35.3	41.2	46.7	51.2	36.9	44.5	51.5	57.4	38.6	47.8	56.3	63.5	40.3	51.2	61.3	69.9
		160	39.9	46.1	51.9	56.7	41.5	49.4	56.7	62.9	43.1	52.7	61.6	69.0	44.8	56.1	66.6	75.4
		180	44.5	51.1	57.2	62.3	46.1	54.4	62.0	68.4	47.7	57.6	66.8	74.6	49.4	61.1	71.9	80.9
		200	49.1	56.0	62.4	67.8	50.7	59.3	67.3	74.0	52.3	62.6	72.1	80.1	54.0	66.0	77.1	86.5
原水 pH値 6.6	P A C 注 入 率	30	6.9	10.0	12.9	15.3	6.9	11.3	15.4	18.9	6.8	12.5	17.8	22.2	6.8	13.8	20.3	25.7
		40	9.2	12.5	15.5	18.1	9.2	13.8	18.0	21.6	9.1	15.0	20.4	25.0	9.1	16.3	22.9	28.5
		60	13.8	17.4	20.8	23.6	13.8	18.7	23.3	27.2	13.7	19.9	25.6	30.5	13.7	21.2	28.2	34.0
		80	18.4	22.4	26.1	29.2	18.4	23.7	28.6	32.7	18.3	24.8	30.9	36.0	18.3	26.1	33.4	39.6
		100	22.9	27.3	31.3	34.7	22.9	28.6	33.8	38.2	22.8	29.8	36.2	41.6	22.8	31.1	38.7	45.1
		120	27.5	32.2	36.6	40.2	27.5	33.5	39.1	43.8	27.4	34.7	41.4	47.1	27.4	36.0	43.9	50.6
		140	32.1	37.1	41.8	45.8	32.1	38.4	44.3	49.3	32.0	39.6	46.7	52.6	32.0	40.9	49.2	56.1
		160	36.6	42.0	47.1	51.3	36.6	43.3	49.6	54.8	36.5	44.5	51.9	58.1	36.6	45.8	54.4	61.7
		180	41.2	47.0	52.3	56.8	41.3	48.3	54.9	60.4	41.2	49.5	57.2	63.7	41.2	50.8	59.7	67.2
		200	45.8	51.9	57.6	62.4	45.8	53.2	60.1	65.9	45.7	54.4	62.5	69.2	45.7	55.7	65.0	72.7
原水 pH値 6.8	P A C 注 入 率	30	4.7	7.3	9.8	11.8	3.7	7.4	10.8	13.6	2.7	7.4	11.8	15.4	1.6	7.3	12.6	17.1
		40	7.0	9.8	12.4	14.6	6.0	9.9	13.4	16.4	5.0	9.9	14.4	18.2	3.9	9.8	15.3	19.9
		60	11.6	14.7	17.6	20.1	10.6	14.8	18.7	21.9	9.6	14.8	19.7	23.7	8.5	14.7	20.5	25.4
		80	16.2	19.7	22.9	25.6	15.2	19.7	23.9	27.4	14.2	19.8	24.9	29.3	13.1	19.7	25.8	30.9
		100	20.7	24.6	28.1	31.1	19.8	24.6	29.2	33.0	18.7	24.7	30.2	34.8	17.6	24.6	31.0	36.5
		120	25.3	29.5	33.4	36.7	24.3	29.5	34.4	38.5	23.3	29.6	35.4	40.3	22.2	29.5	36.3	42.0
		140	29.9	34.5	38.7	42.2	28.9	34.5	39.7	44.0	27.9	34.6	40.7	45.9	26.8	34.5	41.5	47.5
		160	34.5	39.4	43.9	47.7	33.5	39.4	44.9	49.6	32.5	39.5	46.0	51.4	31.3	39.4	46.8	53.0
		180	39.1	44.3	49.2	53.3	38.1	44.4	50.2	55.1	37.1	44.4	51.2	56.9	36.0	44.3	52.1	58.6
		200	43.6	49.2	54.4	58.8	42.6	49.3	55.4	60.6	41.6	49.3	56.5	62.5	40.5	49.2	57.3	64.1
原水 pH値 7.0	P A C 注 入 率	30	3.5	5.8	7.9	9.7	1.8	5.0	7.9	10.4	0.1	4.2	8.0	11.1	—	3.3	7.8	11.6
		40	5.8	8.3	10.6	12.5	4.1	7.5	10.6	13.2	2.4	6.7	10.6	13.9	0.7	5.7	10.5	14.4
		60	10.4	13.2	15.8	18.0	8.7	12.4	15.8	18.7	7.0	11.6	15.8	19.4	5.2	10.7	15.7	19.9
		80	15.0	18.1	21.1	23.5	13.3	17.3	21.1	24.3	11.6	16.5	21.1	25.0	9.8	15.6	21.0	25.5
		100	19.5	23.0	26.3	29.1	17.8	22.2	26.3	29.8	16.1	21.4	26.4	30.5	14.4	20.5	26.2	31.0
		120	24.1	28.0	31.6	34.6	22.4	27.2	31.6	35.3	20.7	26.4	31.6	36.0	18.9	25.4	31.4	36.5
		140	28.7	32.9	36.8	40.1	27.0	32.1	36.9	40.8	25.3	31.3	36.9	41.6	23.5	30.4	36.7	42.1
		160	33.2	37.8	42.1	45.7	31.5	37.0	42.1	46.4	29.9	36.2	42.1	47.1	28.1	35.3	42.0	47.6
		180	37.8	42.8	47.3	51.2	36.1	42.0	47.4	51.9	34.5	41.2	47.4	52.6	32.7	40.2	47.3	53.1
		200	42.4	47.7	52.6	56.7	40.7	46.9	52.6	57.4	39.0	46.1	52.6	58.1	37.2	45.2	52.5	58.7
原水 pH値 7.2	P A C 注 入 率	30	2.6	4.7	6.6	8.2	0.6	3.4	6.1	8.4	—	2.1	5.5	8.3	—	0.7	4.8	8.3
		40	4.9	7.1	9.2	11.0	2.9	5.9	8.7	11.1	0.7	4.6	8.1	11.1	—	3.2	7.4	11.0
		60	9.4	12.0	14.5	16.5	7.4	10.8	14.0	16.7	5.3	9.5	13.3	16.6	3.2	8.1	12.7	16.6
		80	14.0	17.0	19.7	22.0	12.0	15.8	19.3	22.2	9.9	14.4	18.6	22.1	7.8	13.1	18.0	22.1
		100	18.6	21.9	25.0	27.6	16.6	20.7	24.5	27.7	14.5	19.3	23.9	27.7	12.3	18.0	23.2	27.6
		120	23.2	26.8	30.2	33.1	21.1	25.6	29.8	33.2	19.0	24.2	29.1	33.2	16.9	22.9	28.5	33.2
		140	27.8	31.8	35.5	38.7	25.7	30.6	35.0	38.8	23.6	29.2	34.4	38.7	21.5	27.8	33.7	38.7
		160	32.3	36.7	40.7	44.2	30.3	35.5	40.3	44.3	28.2	34.1	39.6	44.3	26.0	32.7	39.0	44.2
		180	36.9	41.6	46.0	49.7	34.9	40.4	45.5	49.9	32.8	39.1	44.9	49.8	30.7	37.7	44.3	49.8
		200	41.5	46.6	51.3	55.2	39.4	45.3	50.8	55.4	37.3	44.0	50.1	55.3	35.2	42.6	49.5	55.3

赤字：原水水質や目標 pH 値の見当がつかない場合に使用するソーダ灰注入率

(単位：mg/L)

【資料 13】 排泥管理の事例

以下に、同一事業体の 5 浄水場における排泥管理状況を紹介します。

(7) 横流式沈澱池の事例

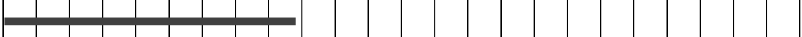
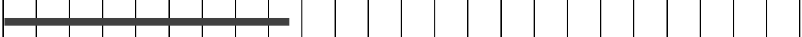
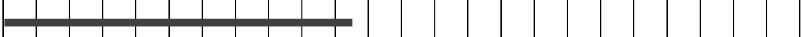





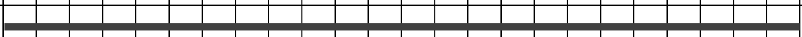
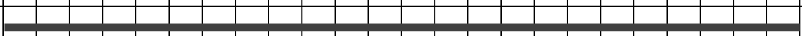
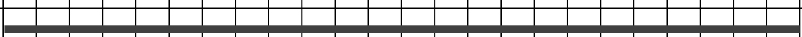
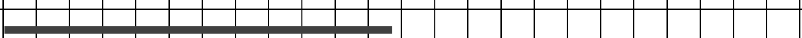
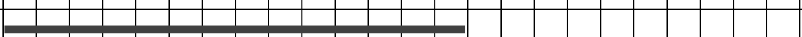
	A 浄水場	B 浄水場																											
沈澱池型式	傾斜管式沈澱池	傾斜管式沈澱池																											
排泥管理方法	タイマー制御あるいは手動 低濁度時（10 度前後） : 1 回/日の回数で排泥排泥 高濁度時（10 度～） : 2 回/日程度の回数で排泥	タイマーあるいは発生汚泥量 （計算値）による自動制御 <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>排泥 ホッパー</th> <th>タイマー制御 （排泥間隔）</th> <th>発生量制御 （設定汚泥量）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>前段池</td> <td>12 時間</td> <td>17.1 m³</td> </tr> <tr> <td>No.1</td> <td>24 時間</td> <td>10.6 m³</td> </tr> <tr> <td>No.2</td> <td>48 時間</td> <td>10.6 m³</td> </tr> <tr> <td>No.3</td> <td>7 日</td> <td>11.0 m³</td> </tr> <tr> <td>No.4</td> <td>21 日</td> <td>11.0 m³</td> </tr> <tr> <td>No.5</td> <td>35 日</td> <td>11.0 m³</td> </tr> <tr> <td>No.6</td> <td>35 日</td> <td>5.5 m³</td> </tr> <tr> <td>後段池</td> <td>60 日</td> <td>3.2 m³</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: タイマー制御による排泥が基本であるが、時間到達前であっても発生汚泥量の計算値（原水濁度と PAC 注入率より自動計算）が上表に達すると、排泥が行われる。（おおむね原水濁度 20 度以上で切り替わる）</p> <p>※2: 上表の設定汚泥量は処理能力 20,000 m³/日の沈澱池 1 池あたりの値である。</p>	排泥 ホッパー	タイマー制御 （排泥間隔）	発生量制御 （設定汚泥量）	前段池	12 時間	17.1 m ³	No.1	24 時間	10.6 m ³	No.2	48 時間	10.6 m ³	No.3	7 日	11.0 m ³	No.4	21 日	11.0 m ³	No.5	35 日	11.0 m ³	No.6	35 日	5.5 m ³	後段池	60 日	3.2 m ³
排泥 ホッパー	タイマー制御 （排泥間隔）	発生量制御 （設定汚泥量）																											
前段池	12 時間	17.1 m ³																											
No.1	24 時間	10.6 m ³																											
No.2	48 時間	10.6 m ³																											
No.3	7 日	11.0 m ³																											
No.4	21 日	11.0 m ³																											
No.5	35 日	11.0 m ³																											
No.6	35 日	5.5 m ³																											
後段池	60 日	3.2 m ³																											

(1) 高速凝集沈澱池の事例

	C 浄水場	D 浄水場	E 浄水場																																	
沈澱池型式	スラリ－循環型	スラッジ・ブランケット型 (脈動式)	スラッジ・ブランケット型 (脈動式)																																	
排泥管理	<p>1. 通常時</p> <ul style="list-style-type: none"> スラリ－濃度測定：1 回/日以上 スラリ－濃度：10～15%程度目標 コンセントレータからの排泥が基本 <p>2. 高濁度原水時 (1,000 度以下)</p> <ul style="list-style-type: none"> スラリ－濃度測定：数回/日 スラリ－濃度：15%以下目標 コンセントレータ排泥+底部排泥 排泥ホッパーのゲート全開 <p>3. 高濁度原水時 (1,000 度超)</p> <ul style="list-style-type: none"> スラリ－濃度測定：頻繁に実施 排泥量：取水量の 20%を目安とする コンセントレータ排泥+底部排泥 排泥ホッパーのゲート全開 	<p>1. 管理目標</p> <p>スラリ－濃度 ブランケット部：15～30% 底部 ：25～45% スラリ－界面：30～40cm</p> <p>2. 排泥間隔の設定</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>コンセントレータ</th> <th>底部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>排泥 間隔 (hr)</td> <td>2～6</td> <td>12～24</td> </tr> <tr> <td>排泥 時間 (sec)</td> <td>60～90</td> <td>60～90</td> </tr> <tr> <td>通常</td> <td>0.5～1</td> <td>0.5～3</td> </tr> <tr> <td>高濁度</td> <td>60～120</td> <td>60～120</td> </tr> </tbody> </table>		コンセントレータ	底部	排泥 間隔 (hr)	2～6	12～24	排泥 時間 (sec)	60～90	60～90	通常	0.5～1	0.5～3	高濁度	60～120	60～120	<p>1. 管理目標</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常時</th> <th>高濁度 ピーク時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スラリ－ 濃度</td> <td>30～40%</td> <td>40～50%</td> </tr> <tr> <td>コンセントレータ 底部</td> <td>40～50%</td> <td>60～70%</td> </tr> <tr> <td>排泥 間隔</td> <td>60 分</td> <td>3 分</td> </tr> <tr> <td>排泥 率</td> <td>240 分</td> <td>8 分</td> </tr> <tr> <td>排泥率</td> <td>4%</td> <td>22%</td> </tr> </tbody> </table> <p>排泥率：取水量に対する排泥量の割合</p>		通常時	高濁度 ピーク時	スラリ－ 濃度	30～40%	40～50%	コンセントレータ 底部	40～50%	60～70%	排泥 間隔	60 分	3 分	排泥 率	240 分	8 分	排泥率	4%	22%
	コンセントレータ	底部																																		
排泥 間隔 (hr)	2～6	12～24																																		
排泥 時間 (sec)	60～90	60～90																																		
通常	0.5～1	0.5～3																																		
高濁度	60～120	60～120																																		
	通常時	高濁度 ピーク時																																		
スラリ－ 濃度	30～40%	40～50%																																		
コンセントレータ 底部	40～50%	60～70%																																		
排泥 間隔	60 分	3 分																																		
排泥 率	240 分	8 分																																		
排泥率	4%	22%																																		
その他	通常は、2 池ある排泥池を交互に運用するが、高濁度原水時は並列運用に切り替える。																																			

注) スラリ－濃度：採取から所定時間経過後の汚泥界面の位置を、採取量に対する割合で表した値である。
 (例：スラリ－をメスリンダーに 1000mL 採取して、所定時間後の界面位置が 200mL の場合、スラリ－濃度は 20%である)
 経過時間は通常 5 分に設定するが、上記の事例では D 浄水場と E 浄水場は 10 分に設定している。

【資料 14】 配水可能時間早見表の一例 ^[17]

ケース1 最大需要期（8月） 8：00より取水停止した場合	
配水池水位が1mになるまでの経過時間	
配水池	経過時間
	0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
広郷浄水池	浄水池は1.5mで南東ポンプ、1.3mで広郷ポンプがインターロック
広郷配水池	 8.8時間
大正配水池	 8.6時間
大正第2配水池	 10.5時間
中区配水池	 12.3時間
高区配水池	 11.3時間
緑ヶ丘配水池	 10.8時間
常川配水池	 24.0時間
南東低区配水池	 24.0時間
南東高区配水池	 24.0時間
若松高区配水池	 24.0時間
昭和配水池	 24.0時間
広郷第2配水池	 11.7時間
豊地高区配水池	 13.9時間
広郷配水池	中区配水池への送水は行わない。
大正配水池	広郷配水池から送水され、大正第2配水池への送水は行わない。
大正第2配水池	大正配水池から送水されない。
中区配水池	高区配水池及び緑ヶ丘配水池へ送水を行う。
高区配水池	中区配水池から送水される。
緑ヶ丘配水池	中区配水池から送水される。
常川配水池	浄水池の水位が1.3mに低下すると、送水ポンプにインターロックがかかる。
南東低区配水池	浄水池の水位が1.3mに低下すると、送水ポンプにインターロックがかかる。
南東高区配水池	浄水池の水位が1.3mに低下すると、送水ポンプにインターロックがかかる。
若松高区配水池	広郷配水池配水区域から送水される。
昭和配水池	緑ヶ丘配水区域から送水される。
広郷第2配水池	浄水池の水位が1.5mに低下すると、送水ポンプにインターロックがかかる。 豊地高区配水池へ送水を行う。
豊地高区配水池	広郷第2配水池から送水される。

(注釈) この事例では、次の4ケースの早見表を準備している。

	時期	取水停止時刻
ケース1	最大需要期（8月）	8：00
ケース2	〃	18：00
ケース3	最小需要期（2月）	8：00
ケース4	〃	18：00

【資料 15】

- 水質基準に関する省令の制定及び水道法施行規則の一部改正等並びに水道水質管理における留意事項について（抜粋）

（平成 15 年 10 月 10 日）

（健水発第 1010001 号）

（各都道府県・政令市・特別区水道行政担当部(局)長あて厚生労働省健康局水道課長通知）

第 2 水質異常時の対応について

- 1 水質検査の結果、水質基準を超えた値が検出された場合には、直ちに原因究明を行い、基準を満たすため下記 2 から 5 に基づき必要な対策を講じること。なお、水質検査結果に異常が認められた場合に、確認のため直ちに再検査を行うこと。
- 2 一般細菌及び大腸菌については、その水道水中の存在状況は病原微生物による汚染の可能性を直接的に示すものであるため、それらの評価は、検査ごとの結果を基準値と照らし合わせて行うべきであり、基準を超えている場合には、水質異常時とみて直ちに別添 3 に従い、所要の措置を講ずる必要があること。また、塩化物イオンなど病原微生物の存在を疑わせる指標としての性格も有する項目（水道法施行規則第 15 条第 1 項第 4 号において省略が可能とされていない項目のうち、総トリハロメタン、クロロホルム、ジブロモクロロメタン、ブロモジクロロメタン、ブロモホルム、クロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、塩素酸、臭素酸及びホルムアルデヒド以外の項目をいう。）についても、その値が大きな変動を示した場合には、上記に準じて対応する必要があること。
- 3 シアン化物イオン及び塩化シアン並びに水銀及びその化合物については、生涯にわたる連続的な摂取をしても、人の健康に影響が生じない水準を基とし安全性を十分考慮して基準値が設定されているが、従前からの扱いを考慮して、上記 2 に準じて対応をとることが適当であること。
- 4 新基準省令の表中 1 の項から 31 の項までの上欄に掲げる事項のうち上記 2 及び 3 に示した項目を除いては、長期的な影響を考慮して基準設定がなされているが、検査ごとの結果の値が基準値を超えていることが明らかになった場合には、直ちに原因究明を行い所要の低減化対策を実施することにより、基準を満たす水質を確保すべきであること。基準値超過が継続すると見込まれる場合には、水質異常時とみて別添 3 に従い所要の対応を図るべきであること。
- 5 新基準省令の表中 32 の項から 51 の項までの上欄に掲げる事項については、その基準値を超えることにより利用上、水道水として機能上の障害を生じるおそれがあることから、検査ごとの結果の値を基準値と照らし合わせるにより評価を行い、基準値を超えていることが明らかになった場合には、水質異常時とみて別添 3 に従い所要の対応を図るべきであること。

注) 水質基準に関する省令を【資料 17】に示す

別添3

水質異常時の対応について

水質異常時の対応については、以下によるものとする。

1 新基準省令の表中1の項から31の項までの上欄に掲げる事項

(1) 基準値超過が継続することが見込まれる場合の措置

基準値超過が継続することが見込まれ、人の健康を害するおそれがある場合には、取水及び給水の緊急停止措置を講じ、かつ、その旨を関係者に周知させる措置を講じること。具体的には次のような場合が考えられる。

- イ 水源又は取水若しくは導水の過程にある水が、浄水操作等により除去を期待するのが困難な病原生物若しくは人の健康に影響を及ぼすおそれのある物質により汚染されているか、又はその疑いがあるとき
- ロ 浄水場以降の過程にある水が、病原生物若しくは人の健康に影響を及ぼすおそれのある物質により汚染されているか、又はその疑いがあるとき
- ハ 塩素注入機の故障又は薬剤の欠如のために消毒が不可能となったとき
- ニ 工業用水道の水管等に誤接合されていることが判明したとき

また、水源又は取水若しくは導水の過程にある水に次のような変化があり、給水栓水が水質基準値を超えるおそれがある場合は、直ちに取水を停止して水質検査を行うとともに、必要に応じて給水を停止すること。

- イ 不明の原因によって色及び濁りに著しい変化が生じた場合
- ロ 臭気及び味に著しい変化が生じた場合
- ハ 魚が死んで多数浮上した場合
- ニ 塩素消毒のみで給水している水道の水源において、ごみや汚泥等の汚物の浮遊を発見した場合

(2) 関係者への周知

水質に異常が発生したこと又はそのおそれが生じたことを、その水が供給される者又は使用する可能性のある者に周知するときは、テレビ、ラジオ、広報車を用いることなどにより緊急事態にふさわしい方法をとること。

(3) 水源の監視

原水における水質異常を早期に把握するため、各水道にあつては水源の監視を強化するとともに、水道原水による魚類の飼育、自動水質監視機器の導入等を図ること。

また、水源の水質異常時に直ちに適切な対策が講じられるよう、平常より関係者との連絡通報体制を整備すること等を図ること。

2 新基準省令の表中32の項から51の項までの上欄に掲げる事項

基準値を超過し、生活利用上又は施設管理上障害の生じるおそれのある場合は、直ちに原因究明を行い、必要に応じて当該項目に係る低減化対策を実施することにより、基準を満たす水質を確保すべきであること。なお、色度、濁度のように、健康に関連する項目の水質汚染の可能性を示す項目や、銅のように過剰量の存在が健康に影響を及ぼすおそれのある項目については、健康に関連する項目に準じて適切に対応すること。

注) 水質基準に関する省令を【資料 17】に示す

【資料 16】厚生労働省あるいは各都道府県の水道行政担当部局への連絡・報告について

(1) 都道府県知事認可の水道事業者（簡易水道を含む）及び水道用水供給事業者の場合

各都道府県が定める「飲料水健康危機管理実施要領」や「健康危機管理の適正な実施ならびに水道施設への被害情報及び水質事故等に関する情報の提供について」等に従うこと。

(2) 厚生労働大臣認可の水道事業者及び水道用水供給事業者の場合

以下に抜粋して示す、「健康危機管理の適正な実施ならびに水道施設への被害情報及び水質事故等に関する情報の提供について（平成 25 年 10 月 25 日 健水発 1025 第 1 号）」に従うこと。

5. 健康に影響を及ぼす（おそれのある）水質事故の発生が確認された場合の情報提供依頼

飲料水の水質異常などの情報については、「飲料水健康危機管理実施要領について」（平成 14 年 6 月 28 日 健水発第 0628001 号厚生労働省健康局水道課長通知）に基づき、連絡をお願いしていたところですが、今後は本通知に基づき、引き続き御報告をお願いします。

水道原水又は水道（小規模水道を含む。）及び飲用井戸等から供給される飲料水について、水質異常の情報を把握した場合には、以下のとおり各都道府県（市・特別区含む）から、直ちに厚生労働省健康局水道課あて御報告をお願いします。また、大臣認可水道事業者等におかれては、水道原水又は水道水について、水質異常の情報を把握した場合には、厚生労働省健康局水道課あて直接御報告をお願いします。

なお、市、特別区、大臣認可水道事業者等におかれては、水質事故の影響が広域に及ぶ場合は、各都道府県あてにもあわせて御報告をお願いします。

【情報提供をお願いしたいケース】

次の事象のいずれかが原因となって、国民の生命、健康の安全を脅かす事態が生じている又は生ずるおそれがある場合

- ・水道事業、水道用水供給事業又は専用水道に係る水道原水水質の異常
- ・水道施設又は簡易専用水道における事故
- ・飲料水を原因とする食中毒又は感染症の発生
- ・水道法による認可等の規制が直接及ばない小規模水道や飲用井戸等における水質異常
- ・水道原水又は水道（小規模水道を含む。）及び飲用井戸等から供給される飲料水におけるクリプトスポリジウム等の塩素処理に耐性を有する病原生物の検出情報

なお、次の事象に該当する場合は、漏れなく、厚生労働省健康局水道課あて御連絡をお願いします。

- ①浄水の遊離残留塩素が 0.1mg/L 未満となった場合
- ②一般細菌、大腸菌、シアン化物イオン及び塩化シアン、水銀及びその化合物のいずれかについて、基準を超えている場合

- ③水質基準省令の表中1の項から31の項までの上欄に掲げる事項のうち上記②に示した項目を除いた項目について、基準値超過が継続すると見込まれる場合
- ④その他、これらに準ずる水質異常が発生した場合（例：水質管理目標設定の目標値超過が継続すると見込まれた場合等）

【様式】

- ・別添4のとおり
- ・必要に応じ、水質検査結果、浄水場と検査地点の位置を表した地図、水道システムのフローチャート、報道提供資料等があれば併せて送付をお願いします。

【連絡方法】

- ①水道課あてメールの送信 水道課メールアドレス： suidougijutsu@mhlw.go.jp
- ②メールを送った旨の連絡（水道課直通：03-3595-2368）
- ③連絡がつきにくい場合等はFAX（03-3503-7963）や緊急時用携帯電話メール等も併用してください。なお、休日・深夜等に大規模・重大な水質事故が発生した場合は、上述の連絡方法に加え、以下の緊急時用携帯電話に連絡してください。

- ・水道課緊急時用携帯電話：090-2460-6993
- ・水道課緊急時用携帯電話メールアドレス：kikikenkou004@docomo.ne.jp

【担当】

水道課水道水質管理室（水質事故関係担当）

注) 水質基準に関する省令を【資料 17】に示す

【別添 4】

報告日時：平成 年 月 日 時 分

次のとおり水質異常が発生しましたので報告します（第 報）

番号	項目	内容
1	発生時期	1) 異常が発生した日時（採水、患者発病等の説明を添えてください）
		2) 異常があることを知った日時
		3) 対応を完了した日時
2	水質異常が生じた施設	1) 水道の種別（上水道、簡易専用水道、飲用井戸等）
		2) 水源の名称と種別（表流水、深井戸等）
		3) 施設の名称（原水水質の異常の場合は取水位置）
		4) 浄水処理方法
		5) 異常に係る施設の給水範囲の人口（又は戸数）又は1日平均利用者数
3	汚染の状況	1) 水質異常の原因（原因物質、原因物質の排出源及びその存在場所、施設の不良箇所等）
		2) 問題を生じた水質項目と汚染時の最大値
4	給水等への影響	1) 取水停止／取水減量期間
		2) 給水停止／制限の期間
		3) 給水停止／制限の影響人口
5	健康被害発生状況	1) 症状
		2) 人数
		3) 発地域
6	対応経緯（時系列に記載）	
7	関係機関との連絡	
8	今後の対応方針	
9	報道発表等	
10	その他特記事項	
11	問合せ先	1) 都道府県
		2) 事業体/自治体名
		3) 所属・部署
		4) 担当者名
		5) 電話番号
		6) FAX番号
		7) e-mail

【留意点】

- ・報告いただいた内容については、個人情報を除き、厚生労働省にて定期的に公表します。
- ・必要に応じ、水質検査結果、浄水フロー、地図等を添付してください。
- ・報道発表等を行った場合は、発表資料を添付してください。

【別添 4】 記入例（硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の場合）

報告日時：平成YY年MM月DD日 HH時 MM分

次のとおり水質異常が発生しましたので報告します（第n報）

番号	項目	内容	
1	発生時期	1) 異常が発生した日時（採水、患者発病等の説明を添えてください）	平成YY年mm月dd日hh:mm採水
		2) 異常があることを知った日時	平成YY年MM月DD日HH:MM
		3) 対応を完了した日時	平成YY年MM月DD日HH:MM
2	水質異常が生じた施設	1) 水道の種類（上水道、簡易専用水道、飲用井戸等）	簡易水道
		2) 水源の名称と種別（表流水、深井戸等）	●●水源（深井戸）
		3) 施設の名称（原水水質の異常の場合は取水位置）	A給水所
		4) 浄水処理方法	ろ過なし（塩素消毒のみ）
		5) 異常に係る施設の給水範囲の人口（又は戸数）又は1日平均利用者数	1,000人
3	汚染の状況	1) 水質異常の原因（原因物質、原因物質の排出源及びその存在場所、施設の不良箇所等）	井戸のケーシングが腐食し、浅い地下水が流入
		2) 問題を生じた水質項目と汚染時の最大値	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が15mg/L
4	給水等への影響	1) 取水停止／取水減量期間	MM月DD日15:00～ 深井戸からの取水停止
		2) 給水停止／制限の期間	MM月DD日15:00～MM月DD日18:00 A給水所からの給水停止
		3) 給水停止／制限の影響人口	X人
5	健康被害発生状況	1) 症状	なし
		2) 人数	なし
		3) 発生地域	なし
6	対応経緯（時系列に記載）	MM月DD日12:00 A給水所からの給水を停止し、B給水所からの給水へ切り替えることとし、その旨を利用者に周知。 MM月DD日15:00 切り替えにあたり、配管内のA系の水を排水し、水質検査により末端までB系の水が給水されていることを確認。	
7	関係機関との連絡	平成YY年MM月DD日HH:MM ○○県△△保健所、○○市、厚生労働省へ連絡済み	
8	今後の対応方針	腐食のあった井戸を補修し、水質検査結果を行い、50項目の適合を確認した後、A給水所からの給水を行う。半年は1週間に一度の割合で硝酸態窒素等の水質検査を実施する。	
9	報道発表等	MM月DD日HH時 報道発表	
10	その他特記事項	なし	
11	問合せ先	1) 都道府県	○○県
		2) 事業体/自治体名	○○県
		3) 所属・部署	●●部◎◎課
		4) 担当者名	△△ △△
		5) 電話番号	XXX-XXX-XXXX（内線XXXX）
		6) FAX番号	XXX-XXX-XXXX
		7) e-mail	abc@abc.lg.jp

【留意点】

- ・報告いただいた内容については、個人情報を除き、厚生労働省にて定期的に公表します。
- ・必要に応じ、水質検査結果、浄水フロー、地図等を添付してください。
- ・報道発表等を行った場合は、発表資料を添付してください。

【資料 17】

水質基準に関する省令

(平成 15 年 5 月 30 日 厚生労働省令 第 101 号)

(最終改正：平成 26 年 2 月 28 日 厚生労働省令 第 15 号)

水道法（昭和 32 年法律第 177 号）第 4 条第 2 項の規定に基づき、水質基準に関する省令を次のように定める。

水道により供給される水は、次の表の上欄に掲げる事項につき厚生労働大臣が定める方法によって行う検査において、同表の下欄に掲げる基準に適合するものでなければならない。

1	一般細菌	1ml の検水で形成される集落数が 100 以下であること
2	大腸菌	検出されないこと
3	カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、0.003mg/L 以下であること
4	水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/L 以下であること
5	セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0.01mg/L 以下であること
6	鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/L 以下であること
7	ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/L 以下であること
8	六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.05mg/L 以下であること
9	亜硝酸態窒素	0.04mg/L 以下であること
10	シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/L 以下であること
11	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10mg/L 以下であること
12	フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0.8mg/L 以下であること
13	ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1.0mg/L 以下であること
14	四塩化炭素	0.002mg/L 以下であること
15	1,4-ジオキサン	0.05mg/L 以下であること
16	シス-1,2-ジクロロエチレン 及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下であること
17	ジクロロメタン	0.02mg/L 以下であること
18	テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下であること
19	トリクロロエチレン	0.01mg/L 以下であること
20	ベンゼン	0.01mg/L 以下であること
21	塩素酸	0.6mg/L 以下であること
22	クロロ酢酸	0.02mg/L 以下であること
23	クロロホルム	0.06mg/L 以下であること
24	ジクロロ酢酸	0.04mg/L 以下であること
25	ジブromクロロメタン	0.1mg/L 以下であること
26	臭素酸	0.01mg/L 以下であること
27	総トリハロメタン	0.1mg/L 以下であること

28	トリクロロ酢酸	0.2mg/L 以下であること
29	ブロモジクロロメタン	0.03mg/L 以下であること
30	ブロモホルム	0.09mg/L 以下であること
31	ホルムアルデヒド	0.08mg/L 以下であること
32	亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/L 以下であること
33	アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.2mg/L 以下であること
34	鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/L 以下であること
35	銅及びその化合物	銅の量に関して、1.0mg/L 以下であること
36	ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/L 以下であること
37	マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.05mg/L 以下であること
38	塩化物イオン	200mg/L 以下であること
39	カルシウム、マグネシウム等（硬度）	300mg/L 以下であること
40	蒸発残留物	500mg/L 以下であること
41	陰イオン界面活性剤	0.2mg/L 以下であること
42	ジェオスミン	0.00001mg/L 以下であること
43	2-メチルイソボルネオール	0.00001mg/L 以下であること
44	非イオン界面活性剤	0.02mg/L 以下であること
45	フェノール類	フェノールの量に換算して、0.005mg/L 以下であること
46	有機物(全有機炭素 (TOC) の量)	3mg/L 以下であること
47	pH 値	5.8 以上 8.6 以下であること
48	味	異常でないこと
49	臭気	異常でないこと
50	色度	5 度以下であること
51	濁度	2 度以下であること

【資料 18】水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針（抜粋）^[7]

4. クリプトスポリジウム症等が発生した場合の応急対応

クリプトスポリジウム症等が発生し、水道水がその原因であるおそれがある場合には、関係者は次の対応措置を講ずること。

(1) 応急対応の実施（略）

(2) 水道事業者等における応急対応

①水道利用者への広報・飲用指導等

下痢患者等の便からクリプトスポリジウム等が検出される等、水道が感染源であるおそれが否定できない場合には、直ちに、水道利用者への広報・飲用指導等を行うこと。

○広報の実施

クリプトスポリジウム等による感染症の発生状況から見て、水道が感染源であるおそれが否定できないと判断される場合には、水道事業者等は都道府県と協力して直ちに、水道利用者に対する広報・飲用指導を行う必要があること。なお、レベル3またはレベル4の浄水施設において、浄水処理の異常等によって、ろ過池出口の水の濁度が0.1度を超過した場合や紫外線照射量が10mJ/cm²を下回った場合等においても、当該水道水が感染源となるおそれがあることに留意して、必要に応じた広報等を行うこと。

○広報の手段（略）

○広報の内容

飲用時の注意事項（例：煮沸して飲用すること）や、二次感染の予防方法（例：手洗いを十分行うこと、手拭きを共用しないこと）について周知するとともに、クリプトスポリジウム症等の症状や感染予防策、水道事業者の対応等について、わかりやすくかつ詳細に伝えること。広報の具体例を別添1、2に示す。

②水道施設における応急対応

水道水がクリプトスポリジウム等に汚染されたおそれのある場合には、浄水場からの送水を停止する等の措置を講じた上で、浄水処理の強化を行うか、または、汚染されているおそれのある原水の取水停止・水源の切り替え等を実施すること。

その後、配水管等の洗浄を十分に行った上で、クリプトスポリジウム等の有無の検査により、飲用水としての利用に支障がないと判断された場合に給水を再開すること。

○給水停止等の実施

水道水がクリプトスポリジウム等に汚染されたおそれのある場合には、汚染の疑われる浄水場からの送水を停止する等の措置を迅速かつ確実に行うこと。（以下、略）

○ろ過等の強化

ろ過については、浄水用薬品の注入率、ろ過速度等の調整を行い、浄水処理条件を適正化し

て、浄水の濁度を0.1度以下に維持すること。（以下、略）

○取水停止／水源の変更

浄水処理が適切に実施できない場合には、クリプトスポリジウム等に汚染されているおそれのある原水の取水を停止し、可能な場合は糞便による汚染のない他の水源に切り替えること。

○水道利用者への広報の徹底等

クリプトスポリジウム等による感染症の拡大を防止するため、また、水道の利用者の混乱を招くことがないように、水道水を飲用することによりクリプトスポリジウム等に感染する危険があることについて、各種手段（広報車、ビラ、新聞、テレビ）を活用して、迅速かつ確実に広報を行うこと。

○給水の確保

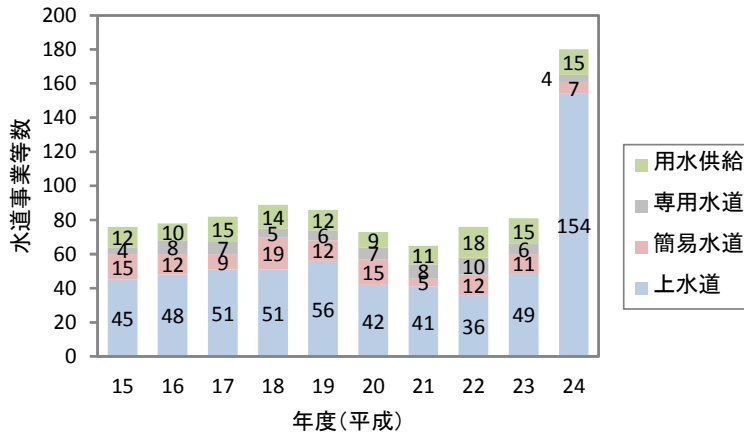
断水等による生活への重大な影響や、洗浄を行うための清浄な水の不足が生ずることも想定されることから、あらかじめ、緊急時には汚染されていない水源を活用し、又は、水道用水供給事業による給水量を増加させること等により対処できるよう施設の整備をしておくこと。

なお、給水を停止した場合、代替水源への切り替えや受水量の増加、送配水系統の切り替え等の措置を行っても断水等が生じ、水道利用者の生活に重大な影響を及ぼしたり、洗浄を行うための清浄な水が不足したりする場合に限り、応急的措置として、水道利用者が飲用時の注意事項や二次感染の予防方法等について十分周知、徹底したと判断できる場合において、ろ過等の強化を行った上で、経口感染のおそれのない用途において使用することとすることができる。

○汚染された施設の洗浄（略）

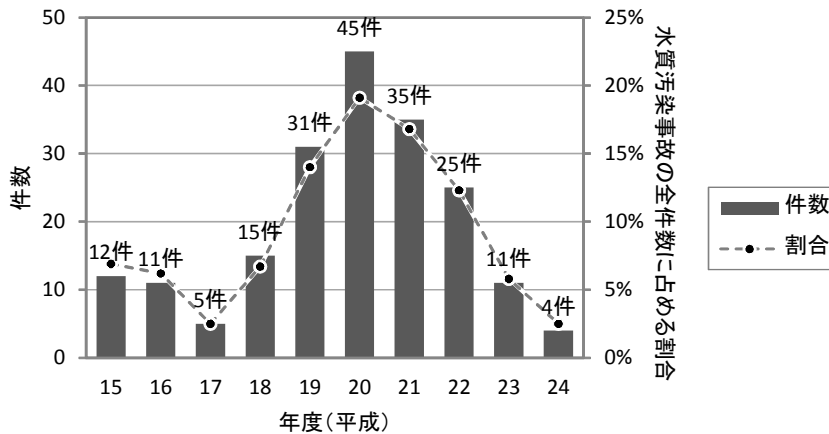
○水質検査の実施（略）

【資料 19】近年の水質汚染事故[§]の概況^[20]



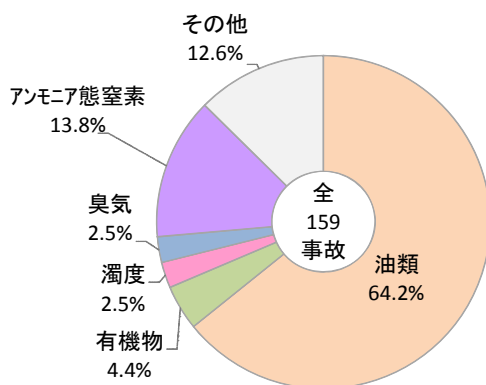
☞ 水質汚染事故により被害を受けた事業者等の数は、平成 23 年度までは横這いであったが、平成 24 年度は前年度までの 2 倍以上に急増した。

図 1 水質汚染事故により被害を受けた水道事業者等数の経年変化



☞ 年度による違いはあるが、濁度を原因とする水質汚染事故が、毎年 4~45 件（全事故件数の 3~20%）が発生している。

図 2 濁度を原因とする水質汚染事故件数



☞ 油類による水質汚染事故が圧倒的に多く、濁度はその次に多いグループに位置する。（アンモニア態窒素、臭気、濁度、有機物の比率は、年度により上下がある）

図 3 水質汚染事故における原因物質（平成 24 年度）

[§] 水道事業者等が通常予測できない水道原水の水質変化により、以下のいずれかの対応措置を行ったもの。
 ①給水停止または給水制限 ②取水停止または取水制限 ③特殊薬品（粉末活性炭等）の使用

【資料 20】 関連する指針、マニュアル、参考図書等の紹介

当センターや厚生労働省等が策定、公表している指針や浄水技術に関する参考図書等のうち、特に必要あるいは有効と考えるものについてリストアップした。

(1) 浄水技術ガイドライン 2010 (H22.10 (財) 水道技術研究センター)

- 水道事業の特性に合った適切な浄水施設の選定を行うため、「水道施設の技術的基準を定める省令」に基づいた浄水施設の計画設計に関する技術書としてまとめたもの。
- 特に次の章が参考になる
 - 2.6.1 不溶解性成分対応技術 (1)濁度対応技術
 - 2.7.2 凝集沈澱・浮上分離 (1)凝集沈澱
 - 2.7.3 急速ろ過・特殊ろ過 (1)急速ろ過
 - 2.7.10 浄水処理に使用される薬品と設備
- 会員価格 4,200 円 (一般価格 6,300 円)

(2) 水道維持管理指針 2006 (H18.7 (社) 日本水道協会)

- 1953 年の初版以来活用されている水道施設の維持管理の技術的バイブルであり、2006 年版改訂に際しては水道事業体へのアンケート調査を実施して、記述内容に反映。
- 特に次の章の関係部分が参考になる
 - 4. 取水施設 4.1 総説～4.7 沈砂池、4.11 取水ポンプ (地表水)
 - 5. 貯水施設 5.1 総説～5.3 多目的貯水施設
 - 6. 導水施設 6.1 総説～6.5 附属施設
 - 7. 浄水施設 7.1 総説～7.6 急速濾過池、7.8 浄水池～7.10 塩素処理設備
7.18 排水処理施設
 - 11. 機械・電気設備 11.8 浄水処理機械設備の管理、11.9 排水処理設備の管理
 - 12. 計装設備 12.6 水道施設の計装、12.7 計測機器の保守
 - 13. 水質管理 13.1 総説、13.6 水源の水質管理～13.8 送・配水の水質管理
13.10 水質事故とその対策、13.11 自動計器による水質管理
- 会員価格 10,000 円 (一般価格 12,500 円)

(3) 水安全計画策定ガイドライン (H20.5 厚生労働省水道課)

水安全計画ケーススタディ、水安全計画策定支援ツール ((社) 日本水道協会)

- 水源から給水栓に至る各段階で危害評価と危害管理を行い、安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」(Water Safety Plan ; WSP)を策定するためのガイドラインをとりまとめたもの。さらに、同ガイドラインに基づく水安全計画ケーススタディ及び中小規模の水道事業者においても比較的容易に水安全計画を策定できるよう水安全計画作成支援ツールが準備されている。

- 次の URL よりダウンロードが可能
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/suishitsu/07.html>

(4) 水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針 (H19.3 厚生労働省水道課)
(水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について (健水発第 0330005 号通知))

- 我が国において特に対策を講ずべき耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウム及びジアルジアへの対策について、水源の状況に基づくクリプトスポリジウム等の汚染のおそれの程度 (リスクレベル) の判断方法とリスクレベルに対応した施設整備、原水等検査、運転管理等の措置を取りまとめたもの。
- 次の URL よりダウンロードが可能
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/01a.html>

(5) 危機管理対策マニュアル策定指針 (H19.4 厚生労働省水道課)

- 水道事業者等が地震などの自然災害や、水質事故、テロ等の非常事態に対応するために策定する危機管理対策マニュアルについて、策定の際の留意事項等を示したもの。
- 次の URL よりダウンロードが可能
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/chosa-0603.html>

(6) 浄水の技術 (S60 丹保憲仁・小笠原紘一 共著 技報堂出版)

- 全国簡易水道協議会の機関紙『水道』に掲載された「中小規模水道技術者のための水質管理の基礎」を元にして書き下ろされた、水道水を清浄に保つための基本操作技術と水源地域の様々な環境現象について、平易に解説された図書である。
- 特に次の章が参考になる
 - 2.1 浄水の原理 2.1.1 不純物と処理法～2.1.4 ろ過、2.1.7 殺菌～2.1.8 脱水・乾燥
 - 2.2 浄水システム 2.2.3 急速ろ過システム、2.2.5 汚泥処理法
 - 3.3 浄水管理 3.3.3 運転のための水質試験
- 第4章 水質管理Q&A 4.1 凝集及びフロック形成、4.2 沈澱、4.5 急速ろ過
- 価格 4,500 円

(7) 水道事業における広報マニュアル (H21.5 (社) 日本水道協会)

- 広報全般において水道事業者等が留意すべき事項を示したマニュアル。
- 特に次の章が参考になる
 - 7. 緊急時の広報
- 次の URL よりダウンロードが可能
http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/houkokusyo_12.html

(参考資料)

- [1] 厚生労働省健康局水道課『全国水道関係者担当会議資料』
- [2] 『北見市水道水の断水に関する原因技術調査委員会報告書』(2007)
- [3] 船戸清司ほか(2007)「北見市水道水断水事故の概要とその対応について」、『日本水道協会北海道地方支部 第47回水道実務発表会』
- [4] 日本水道新聞(2013/8/29)
- [5] 水道産業新聞(2013/7/29)
- [6] 厚生労働省健康局水道課(2011)『第三者委託実施の手引き』
- [7] 「水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について」(平成19年3月30日付け健水発第0330005号)
- [8] 水道技術研究センター(2005/8)『環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)ガイドライン集』
- [9] 水道水質事典、日本水道新聞社
- [10] 上水試験方法2011年版Ⅱ. 理化学編、日本水道協会
- [11] 海老江邦雄:凝集沈澱の処理性改善に関する基礎的研究— G_R 値の上昇による濁度とSTIの低減化—、水道協会雑誌、第816号、pp11-21(2002)
- [12] 久本祐資:緩速攪拌の強化による沈澱及びろ過処理性の改善、平成25年度全国会議(水道研究発表会)講演集、pp162-163(2013)
- [13] 山形県企業局資料より作成
- [14] 二段凝集処理実験報告書、新潟市水道局、平成18年12月8日(局内資料)
- [15] 水道用語辞典(第二版)、日本水道協会
- [16] 水道施設設計指針2012、日本水道協会
- [17] 水道水源水質汚染事故対応マニュアル、北見市企業局広郷浄水場、平成22年4月改訂版
- [18] 戸頭浄水場水安全計画、新潟市水道局、平成22年3月
- [19] 厚生労働省健康局水道課(2007/2)『危機管理対策マニュアル策定指針(水質汚染事故対策)』
- [20] 全国水道関係担当者会議(厚生労働省)資料より作成

あとがき

本書は、主に専門技術者の確保に苦慮する中小規模の水道事業者に向けて作成したものであるが、規模の大小にかかわらず、また浄水施設の運転管理を受託する民間企業の職員も含む、水道に携わるあらゆる方々に活用していただけると幸いである。

まず、浄水処理における水質管理に課題があり、その解決策を模索している水道事業者においては、本書のうち「浄水処理における濁度管理マニュアル」と「高濁度原水への対応のポイント」を活用して、濁度管理のレベル向上に取り組まれることを期待する。なお、対策の方向性としては、浄水処理の向上を図ることが唯一の方法ではなく、原水調整池や配水池等の調整容量の拡充を図ることも重要である。いずれにせよ、限られた人数の問題解決力には限界があるので、今まで以上に、近隣の水道事業者や行政、水道関係機関、企業等からの情報収集と情報発信に取り組んでいただきたい。この場合の情報発信では、技術的なことに限らず事業運営において困っていることを、諦めずに組織の内外に向けて発信することが重要である。また、とかく水道界の中での連携に閉じがちであるが、問題解決のヒントやきっかけはあらゆるところにあるので、是非、水道界の外からの情報収集・発信にも取り組んでいただきたい。

一方、産業界に対しては、水道事業者の技術力や人員の不足を補完する技術の開発を期待する。例えば、急速ろ過方式の場合においては、薬品注入率の決定や自動制御の最適化に向けた技術開発である。さらに、水道事業者が水道システムにおける重要度に応じた仕様の機器等を選択しやすいよう、互換性や汎用性の向上に向けた取り組みも期待する。また、大学等の研究機関には、水道施設等を研究フィールドとした地域の水道事業者との連携により、次世代の水道技術者を育成する役割に加えて、水道事業の課題解決を支援する役割が期待される。

水道事業が抱える今日的な課題を考えると、経営戦略も重要である。今一度認識すべきことは、水道法第一条と第二条に謳われる水道法の目的と責務である。水道が高普及率に達した現代では、公衆衛生の向上と生活環境の改善という目的はほぼ達成されたともいえるが、それを維持するには適正かつ合理的な管理が必須であることを忘れてはならない。今後の水道事業はさらなる効率化が求められる状況にあるが、コスト至上主義に陥って過度に職員数を減らすようなことでは、技術継承が途絶えて技術基盤を失うことになる。ましてや需要者への説明や対話を怠り、必要な投資を行わず、安易な料金値下げを宣伝材料としているようでは、公益事業であるはずの水道事業が崩壊しかねない。今後も、水道法第一条の目的を事業経営の目標としていくには、より一層の創意工夫のもとに、将来を見据えた目標と経営戦略の設定が不可欠である。なお、課題解決の方策として水道事業の広域化や官民連携は有効であるが、それらによって解決できない課題や、その枠組みから漏れる水道事業者等もあることを念頭に、水道行政にあっては、水道事業が抱える課題の解決に向けて、これまで以上に水道を力強く牽引する役割が期待される。

水道事業が抱える課題は非常に複雑であるため、その解決にあたっては、問題を単純化することなく、優先順位や対処の強弱は付けつつも、個々の課題に真摯に向き合う姿勢が望まれる。我々は水道に携わる技術者等であるが、我々とその家族は水道の需要者でもある。世界に誇る高水準の日本の水道を我々の子孫に引き継いでいくために、より一層の努力を関係者各位に期待する。

