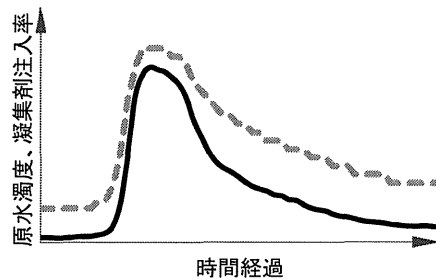


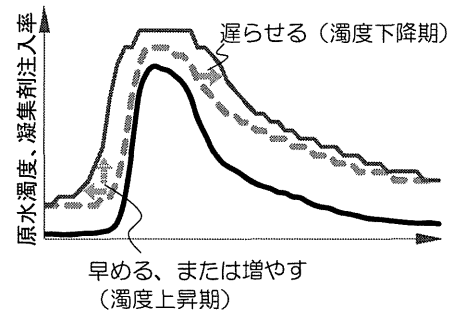
(4) 原水濁度変動に対する凝集剤注入率の操作時機の見直しについて

- ✓ 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。

(ア) 自動制御 (濁度追従) の場合



(イ) 先行増量・遅延低減の場合



—— 原水濁度 —— 凝集剤注入率 (濁度追従) —— 凝集剤注入率 (先行増量・遅延低減)

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ため、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殿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)項によるブ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、過トルクによる搔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）、過大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

- ✓ 他事業者や首长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ーの協力
- ✓ 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。