

# 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）

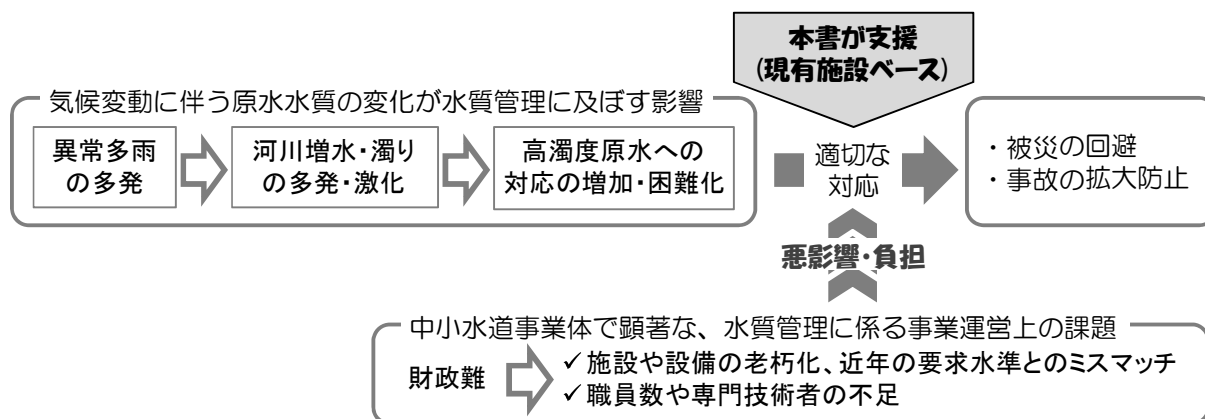


図 1-1 本書作成の背景と目的

## 1.2 本書作成の方針

- |   |
|---|
| <p>(1) 対象とした水道事業者規模と事象及び浄水場<br/>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）<br/>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）<br/>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<br/>（図 1-2 参照）</p> <p>(2) 想定した主な利用者<br/>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）</p> <p>(3) 本書の内容<br/>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<br/>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<br/>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<br/>④ 実際に高濁度原水が発生した場合の対応方法の提示<br/>（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）</p> <p>(4) 想定した主な利用場面<br/>① 当該水道システムにおける対応方策の検討<br/>② 施設整備等による対応能力増強の必要性の検討</p> |
|---|

### 【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。

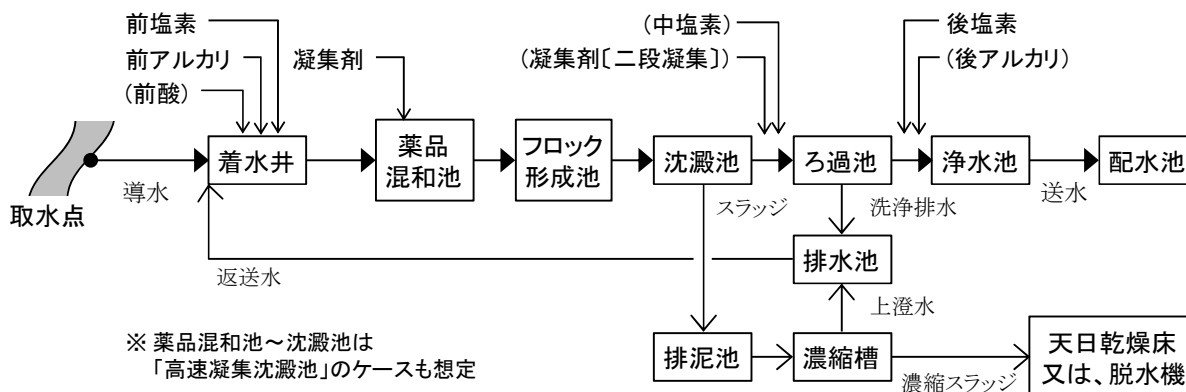


図 1-2 想定した浄水フロー

### 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。<sup>[1]</sup>  
 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。<sup>[2]</sup>

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<sup>†</sup>）<sup>[2]</sup>
- ✓ 約 58,000 世帯で断水《市内全戸》<sup>[3]</sup>
- ✓ 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<sup>[3]</sup>
- ✓ 約 1 億 2,700 万円におよぶ水道料金の減額措置<sup>[3]</sup> 《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）<sup>[4]</sup>
- ✓ 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。<sup>[5]</sup>  
 （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。<sup>[5]</sup>

<sup>†</sup> 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。<sup>[6]</sup>

## 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

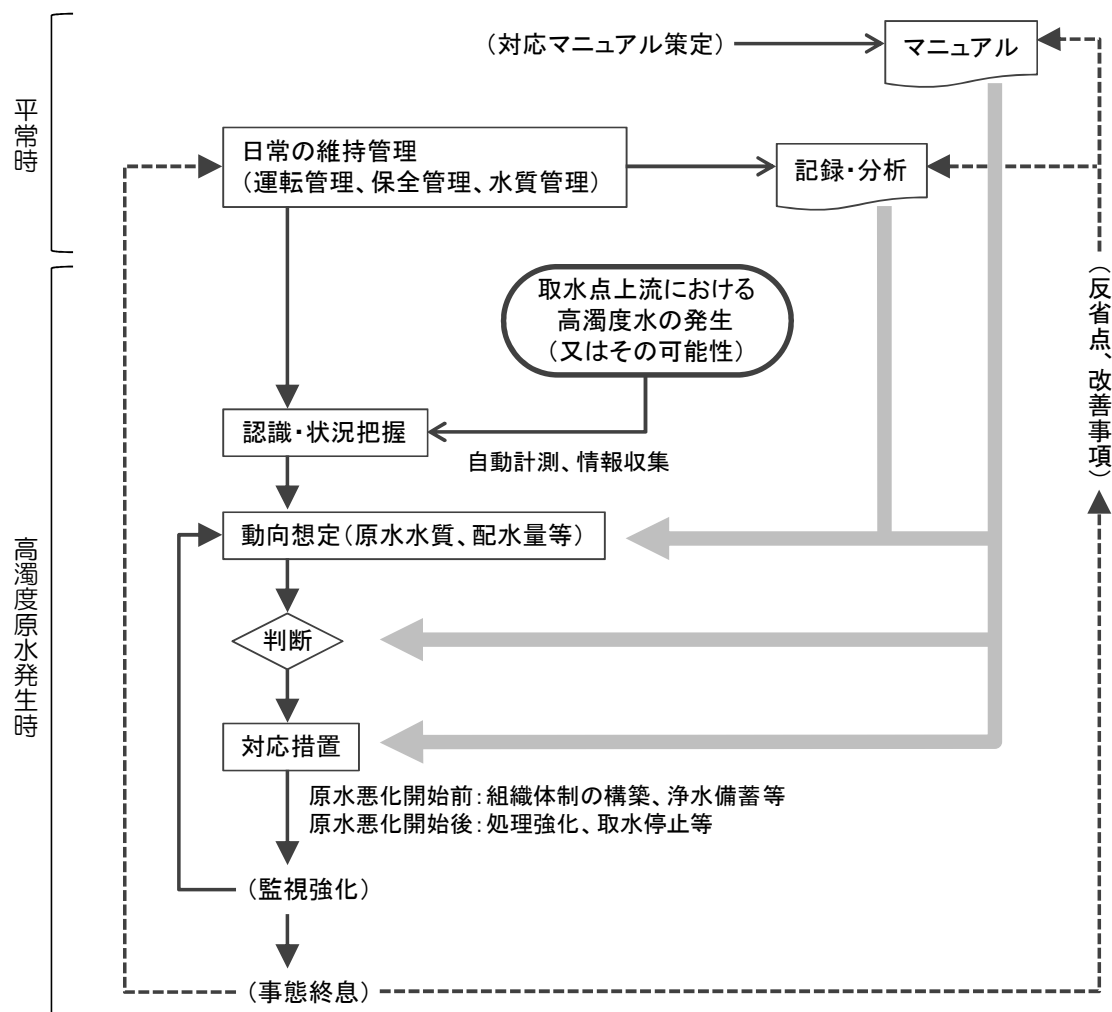


図 2-1 高濁度原水への基本対応フロー

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"> <li>✓ 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</li> <li>✓ 高濁度原水への誤った対応が招く事態を理解している</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3章参照	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ 対応可能な原水濁度であるのに、浄水処理が破綻する</li> <li>✗ 基礎知識の欠如により、天災が人災となる</li> </ul>
(2) 事前対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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）</li> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 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）</li> <li>✓ 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）</li> <li>✓ 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</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.1章参照	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ 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</li> <li>✗ 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</li> <li>✗ 体制・準備が整う前に対応せざるを得なくなる</li> <li>✗ 回避できたはずの断水が発生する、応急給水も行えない</li> <li>✗ 主観で判断を誤る、現場が混乱する</li> </ul>
(3) 日常管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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</li> <li>✓ 計器の点検・校正を適切な頻度で実施している</li> <li>✓ 交代勤務の引き継ぎを確実に実施している</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.3章参照	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ 物差しがないので、異常を異常として認識できない</li> <li>✗ 誤った情報で判断する</li> <li>✗ 情報が共有されず、対応が後手になる</li> </ul>
(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"> <li>✓ 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（職員の招集、配水池への浄水貯留等）</li> <li>✓ 現状の対応は、技術的な裏付けをもとに実行している。</li> <li>✓ 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</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5章～ 6章参照	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ 準備不足や場当たりの対応により、事故が拡大する</li> </ul>

【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。

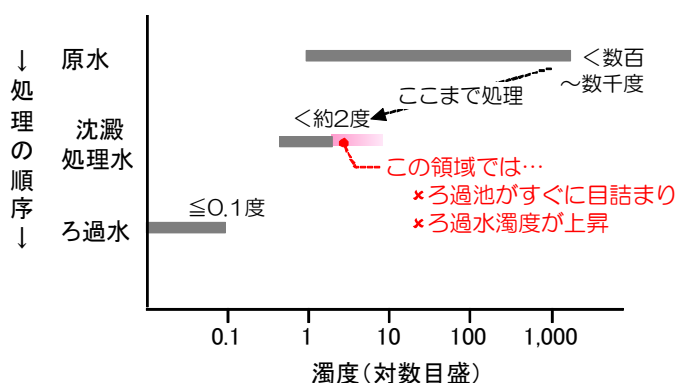


図 3-1 各浄水工程の濁度

- ✓ 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。

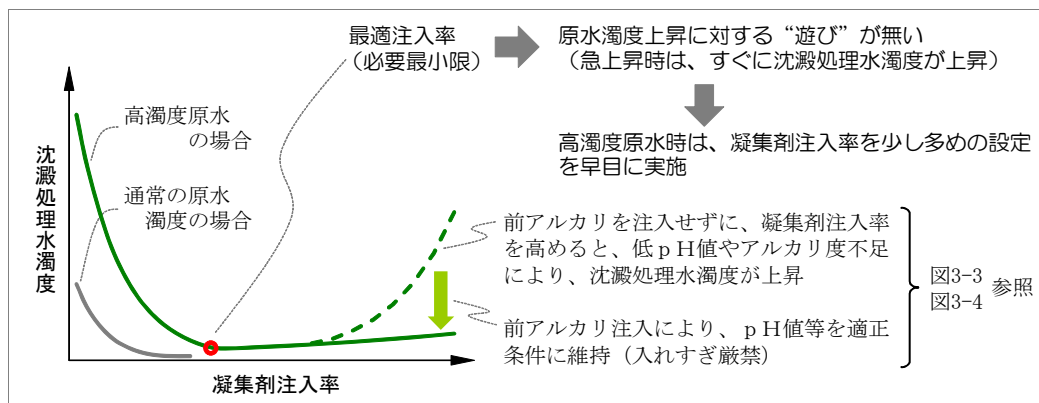


図 3-2 凝集剤注入率と沈澱処理水濁度の関係（概念図）

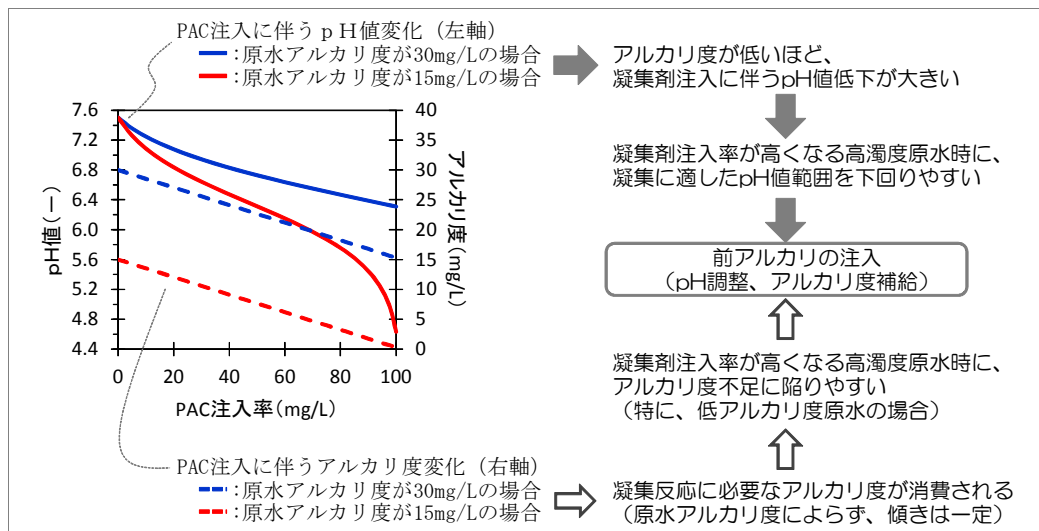


図 3-3 凝集剤（PAC）注入に伴う pH 値やアルカリ度の変化

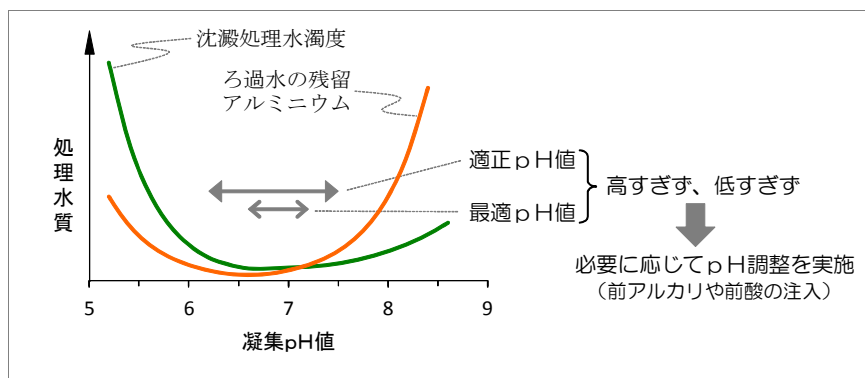


図 3-4 凝集 pH 値と処理水質の関係（概念図）

(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」<sup>[7]</sup>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こ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"> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 増水で河床が洗掘され、河川が濁る。</li> <li>✓ 濁水が取水点に向かって流下する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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。</li> </ul> <p><b>【注意事項】</b> 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"> <li>✓ 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)</li> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 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"> <li>• 降雨範囲と取水点に近い</li> <li>• 降雨強度が強い(集中豪雨や台風等)</li> </ul> </li> <li>✓ 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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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"> <li>• 凝集剤注入率の増加</li> <li>• 前アルカリ注入の開始(あるいは注入率増加)</li> <li>• スラッジ引き抜き頻度の増加</li> <li>• 目視や水質監視、ジャーテーストの頻度の増加</li> </ul> </li> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 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。</li> <li>✓ 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。</li> </ul>
III (原水濁度の下降期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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"> <li>• 濁質については、凝集しにくい微細粒子が残りやすい</li> <li>• アルカリ度の上昇(回復)が遅い</li> <li>• 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</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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"> <li>• 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場合がある。</li> <li>• 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。</li> </ul> </li> </ul>

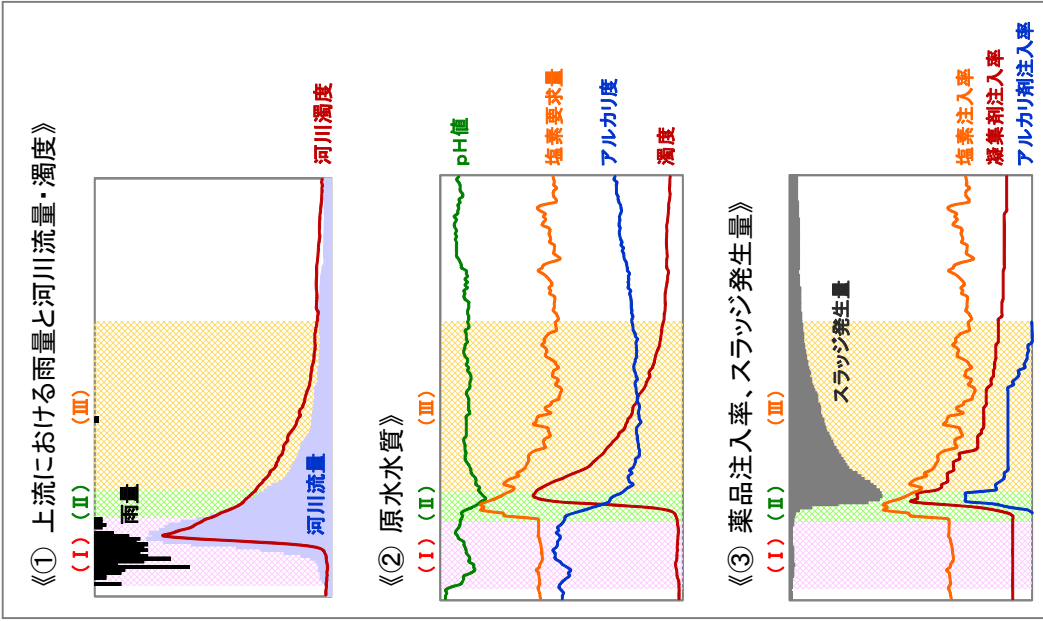


図 3-5 降雨に伴う水質変動等 (模式図)

#### (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

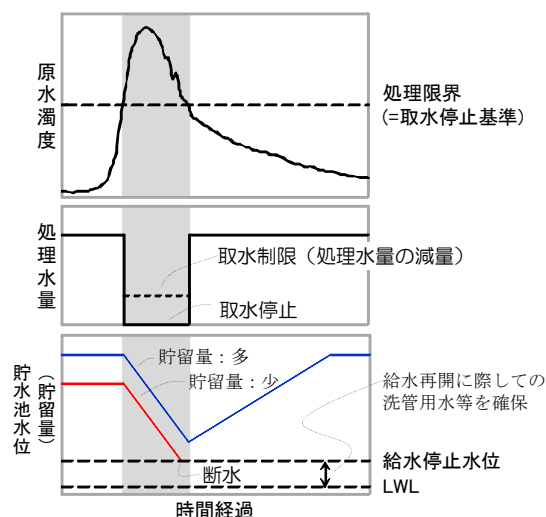


図 3-6 ピークカットの概要

#### (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"> <li>組織体制の構築</li> <li>薬品の貯蔵量確認、補充</li> <li>配水池水位の確認</li> <li>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)</li> <li>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)</li> <li>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)</li> </ul>
II III	④原水水質の変化の動向 (上記②③含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行的な処理強化 (5.1(9)参照)</li> <li>取水制限・停止の必要性見通しと準備</li> <li>給水制限・停止の必要性見通しと準備</li> </ul>
※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。

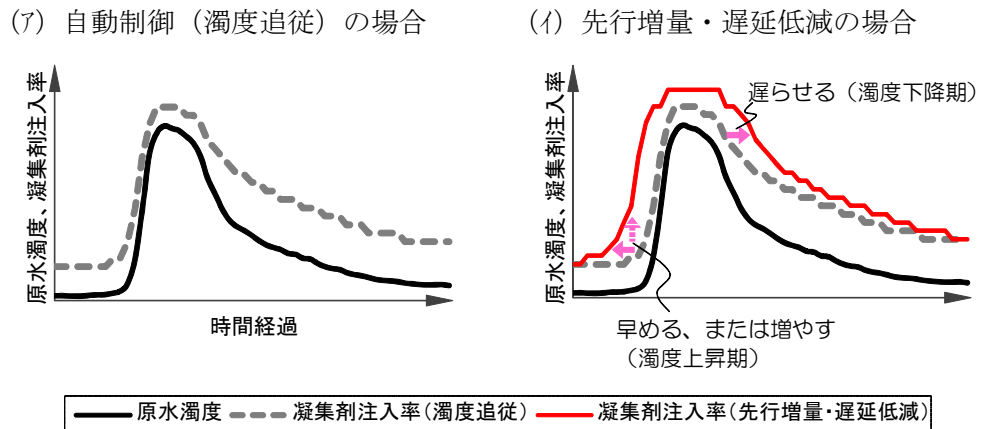


図 4-1 原水濁度変動に対して設定する凝集剤注入率 (概念図)

## (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<sup>[8]</sup> (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覚として掴むことが基本である。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<sup>†</sup>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。

---

<sup>†</sup> [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」<sup>[7]</sup>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"> <li>• ダム運用方法の見直し</li> <li>• 放流の事前連絡</li> </ul>	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"> <li>• 背割堤による異常高濁度水の混入防止*</li> <li>• 堆積土砂の浚渫</li> <li>• 河川の付け替え</li> <li>• ダムの緊急放流による希釈</li> </ul>	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"> <li>• 土地改良</li> <li>• 山林管理、植林</li> </ul>	農林行政部局
(エ) 河川工事、浚渫	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実施の事前連絡</li> </ul>	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、土嚢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"> <li>• 測定範囲の拡大（正確な情報の入手）</li> <li>• 原水水質の変化動向の早期把握</li> <li>• 凝集、沈澱、ろ過の良否把握</li> </ul>
(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"> <li>• 注入設備の容量不足の解消</li> </ul>
(ウ) 沈澱池への沈降装置の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沈澱効率の改善</li> </ul>
(エ) 原水調整池や配水池の新設・増設	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> </ul>
(オ) 水源系統等の二系統化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• バックアップの確保</li> </ul>

## 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	<a href="http://orange.zero.jp/zad23743.oak/livecam/">http://orange.zero.jp/zad23743.oak/livecam/</a>
ライブカメラ情報館	<a href="http://www.jouhoukan.com/livecam/">http://www.jouhoukan.com/livecam/</a>
ライブカメラ検索 カメ探	<a href="http://www.cametan.com/">http://www.cametan.com/</a>
初心者でも楽しめるライブカメラ検索ガイド	<a href="http://www.tky.3web.ne.jp/~morimoko/kensaku.htm">http://www.tky.3web.ne.jp/~morimoko/kensaku.htm</a>

#### (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"> <li>値が正確</li> <li>地点数が少ない(面的分布は把握しにくい)</li> </ul>	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"> <li>雨量計とレーダー観測に基づく解析値</li> <li>雨量計で捉えられない、局所的な強雨も把握可能</li> <li>解析雨量の移動速度等に基づく予報</li> <li>ナウキャストよりも長時間の予報</li> </ul>	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"> <li>値の精度は降水量や解析雨量より低い</li> <li>更新頻度が高い</li> <li>短時間の予報であり、比較的、精度が高い</li> <li>更新頻度が高い</li> </ul>	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"> <li>氾濫注意、警戒、危険、発生、解除</li> <li>「洪水予報指定河川」が対象</li> </ul>	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"> <li>値が正確</li> <li>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)</li> <li>一級河川だけでなく二級河川も扱う</li> <li>河川の増水を定量的に把握できる</li> <li>濁度やpH値、電気伝導率等(地点により異なる)</li> <li>水質変化を直接把握できるが、地点数は少ない</li> </ul>	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"> <li>従来のレーダーよりも精度と更新頻度が高い</li> <li>運用地域は限定的(拡充中)</li> </ul>	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"> <li>国のほか水資源機構や自治体管理のダムも扱う</li> <li>地域ごとに網羅的に確認可能、履歴は確認不可</li> </ul>	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"> <li>• 通知、解除</li> <li>• 国及び水資源機構管理のダムの一部</li> </ul>	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"> <li>• 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</li> </ul>	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"> <li>• 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</li> <li>• 閲覧は会員登録不要、無料</li> </ul>	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"> <li>• 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</li> <li>• 7月下旬～9月末の期間限定サービス</li> <li>• 閲覧は会員登録不要、無料</li> <li>• 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</li> </ul>	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。

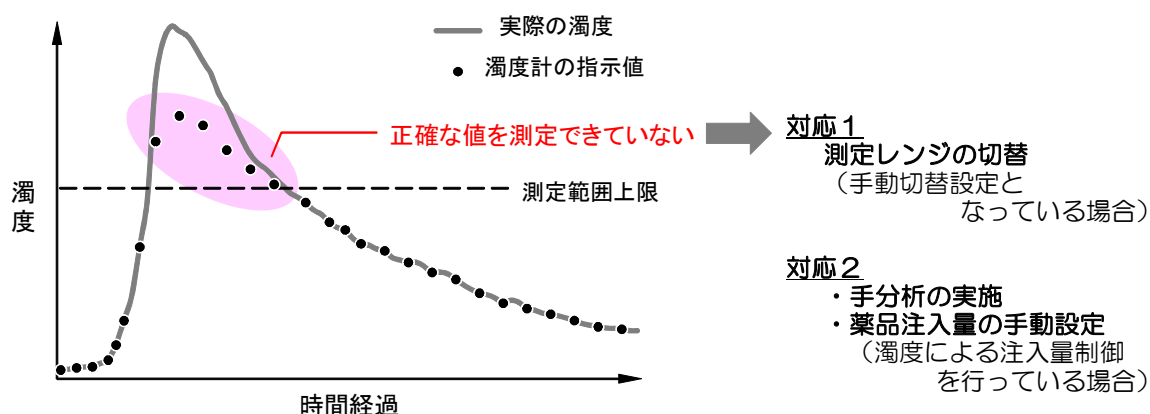


図 7-1 測定範囲の超過による問題と対応方法

#### 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	<b>約 1,900 度</b>	
<p>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)</p> <p>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。</p>				

## (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 $\mu$ 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 $\mu$ 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<sup>[9]</sup>。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。

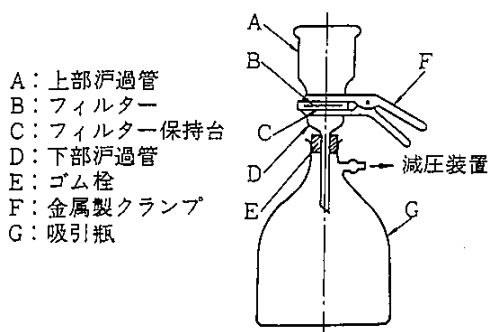
表 7-5 携帯型計器で最小限必要な分解能（最小測定単位）

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]



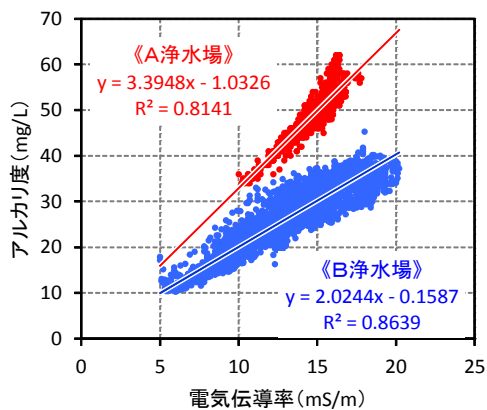
②シリンジろ過器



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。

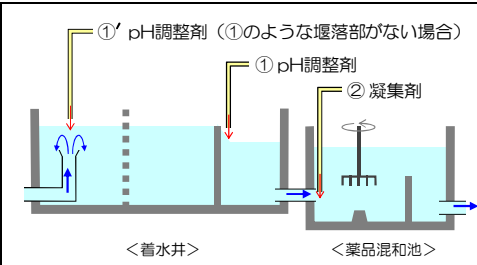
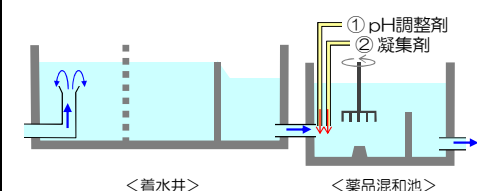
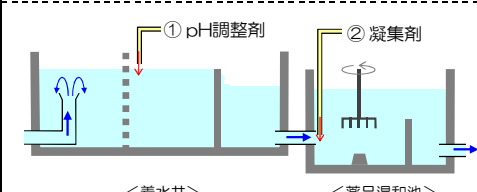
悪い例	例 1	 <p>①' pH調整剤 (①のような堰落部がない場合) ① pH調整剤 ② 凝集剤</p> <p>&lt;着水井&gt; &lt;薬品混和池&gt;</p>	<p>【良い点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 薬品の注入順序が適切である。</li> <li>○ いずれの薬品も、良く混和される場所に注入している。</li> </ul> <p>(注) 凝集剤は、目視確認が容易なよう、水面上から滴下する場合もある。</p>
	例 2	 <p>① pH調整剤 ② 凝集剤</p> <p>&lt;着水井&gt; &lt;薬品混和池&gt;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

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>&lt;着水井&gt;                      &lt;薬品混和池&gt;</p>	<b>【良い点】</b> ○ 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>&lt;着水井&gt;                      &lt;薬品混和池&gt;</p>	<b>【良い点】</b> ○ 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>&lt;着水井&gt;                      &lt;薬品混和池&gt;</p>	<b>【悪い点 (pH調整剤)】</b> × 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>&lt;着水井&gt;                      &lt;薬品混和池&gt;</p>	<b>【悪い点 (pH調整剤)】</b> × 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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup> 付近 <sup>[11]</sup> (図 7-6 参照)	G T 値 : 100,000~150,000 <sup>[12]</sup> (図 7-7 参照)
(ウ) 改善方法	機械式の場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 回転数の調整</li> <li>• 攪拌翼の交換 (面積増)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 回転数の調整</li> </ul>
	ポンプ式の場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 拡散ポンプの増設</li> <li>• 阻流板の設置</li> </ul>	(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"> <li>• 迂流壁の増設</li> <li>• 拡散ポンプの併用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 迂流壁の増設</li> </ul>
	上記方式共通	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> </ul>	

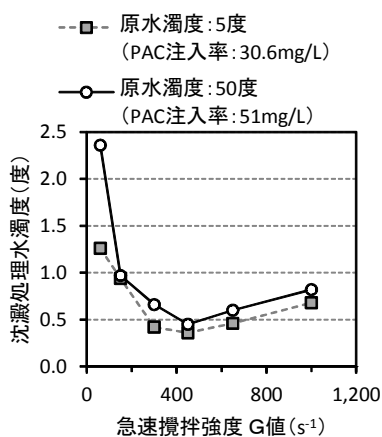


図 7-6 急速攪拌強度 (G 値) と沈澱処理水濁度の関係 <sup>[11]</sup>

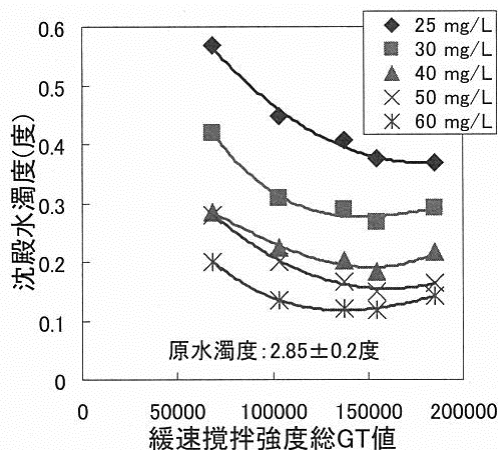


図 7-7 緩速攪拌強度 (G T 値) と沈澱処理水濁度の関係 <sup>[12]</sup>

## (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

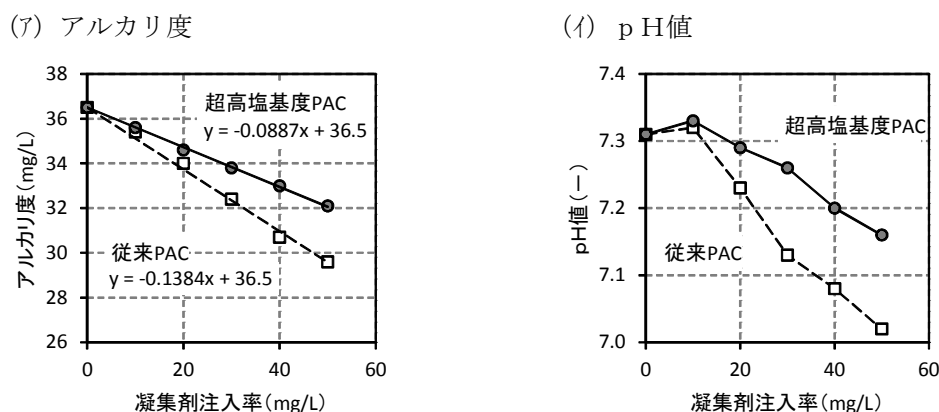


図 7-8 凝集剤によるアルカリ度消費と pH 値低下  
(ジャーテストによる結果)

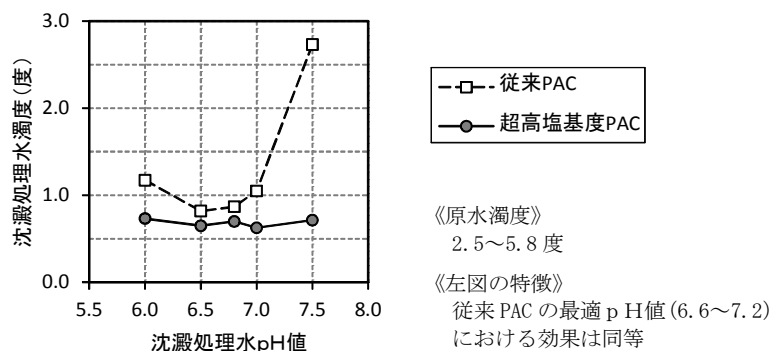


図 7-9 沈殿処理水の pH 値と濁度の関係（プラント実験による結果）

### 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<sup>§</sup>

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。

<sup>§</sup> 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。



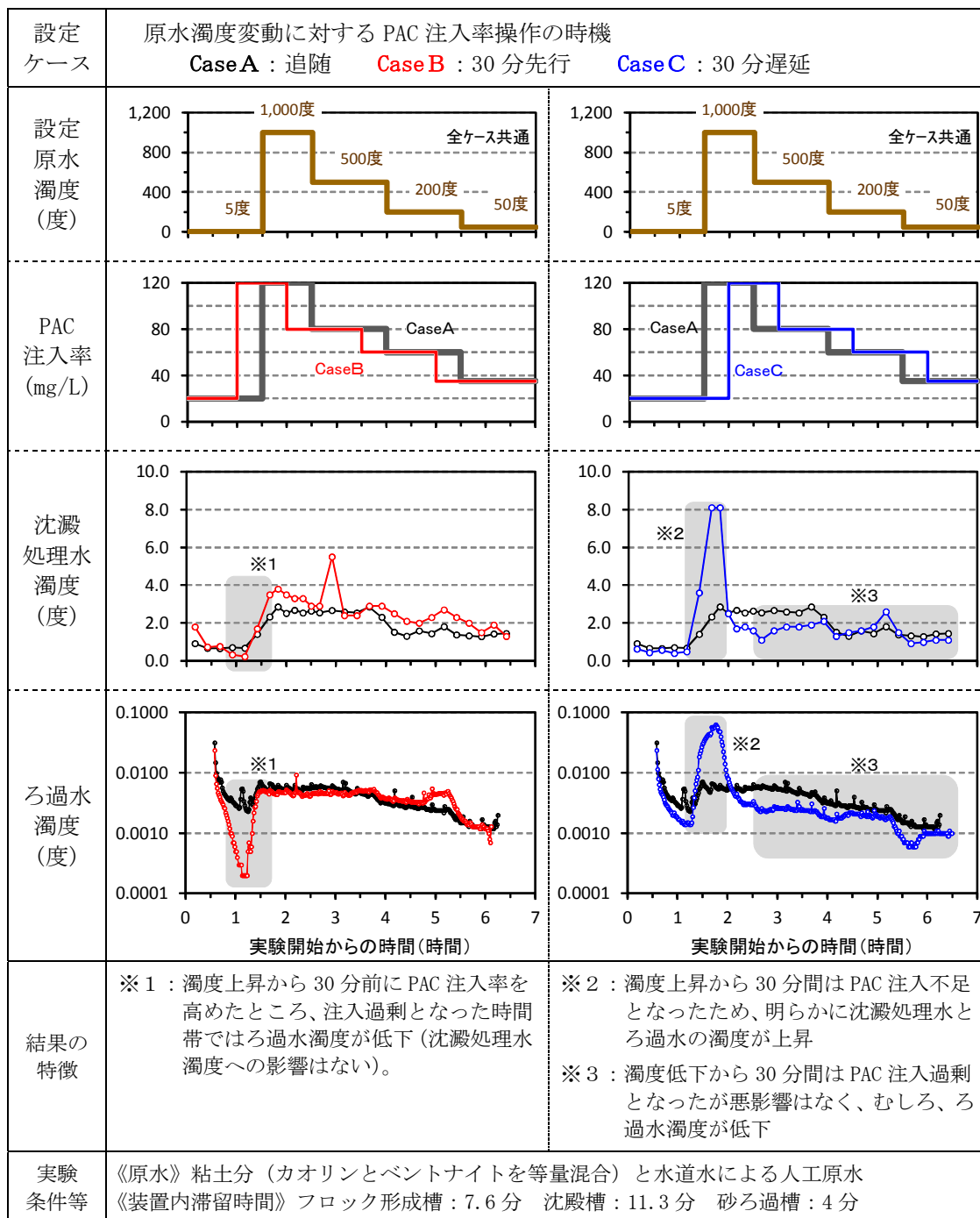


図 7-10 PAC 注入率操作の先行や遅延が処理効果に及ぼす影響 (プラント実験による結果)

## (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。

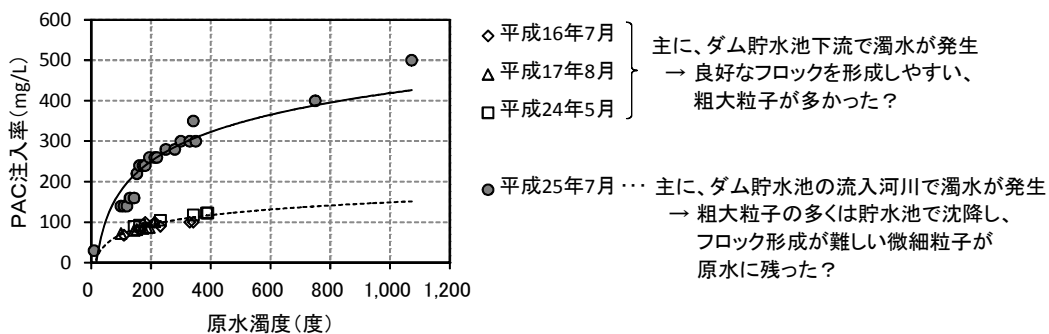


図 7-11 原水濁度と PAC 注入率の関係<sup>[13]</sup> (既往傾向と大きく異なった例)

	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		<p>色度成分の凝集や pH調整に要する凝集剤が少ない</p> <p>↓</p> <p>濁度と注入率の関係としては、例2や例3より標準的</p>	
※例 2	高	中	低		<p>原水色度が高い</p> <p>↓</p> <p>濁度成分だけでなく、色度成分の凝集にも凝集剤が必要</p> <p>↓</p> <p>例1と比較して、濁度のわりに注入率が高い</p>	
※例 3	低	高	高		<p>原水 pH値が高い</p> <p>↓</p> <p>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</p> <p>↓</p> <p>例1や例4と比較して、濁度のわりに注入率が高い</p>	
例 4	低	高	高		<p>原水 pH値が高い場合は酸注入を実施</p> <p>↓</p> <p>pH調整のための凝集剤は不要</p> <p>↓</p> <p>濁度と注入率の関係は例1に類似</p>	
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）。

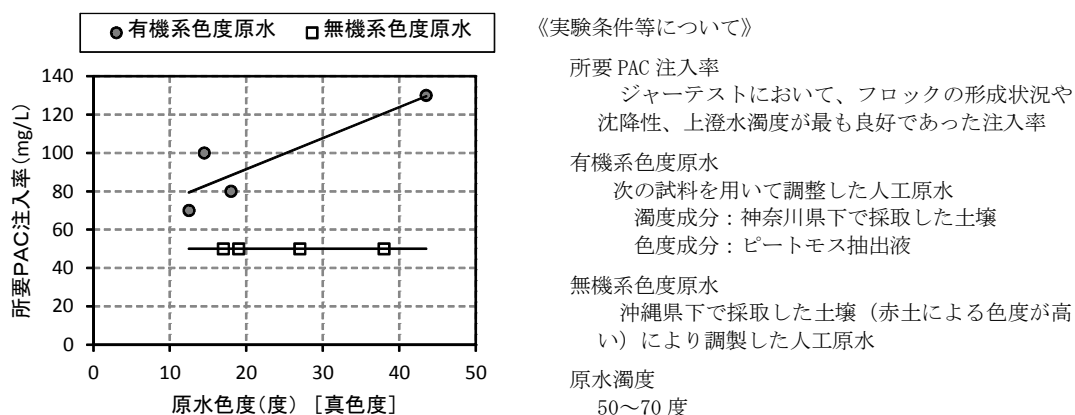


図 7-13 色度成分が凝集剤注入率に与える影響の一例

## 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。

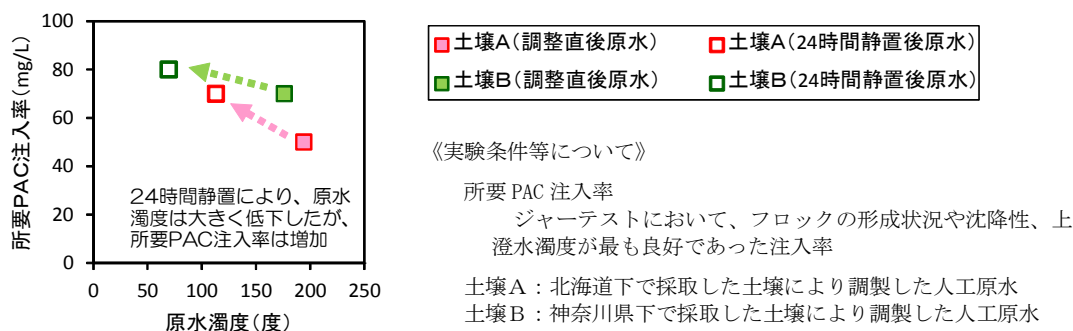


図 7-14 濁質の大きさが凝集剤注入率に影響を及ぼすことを示唆する実験結果

## (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。

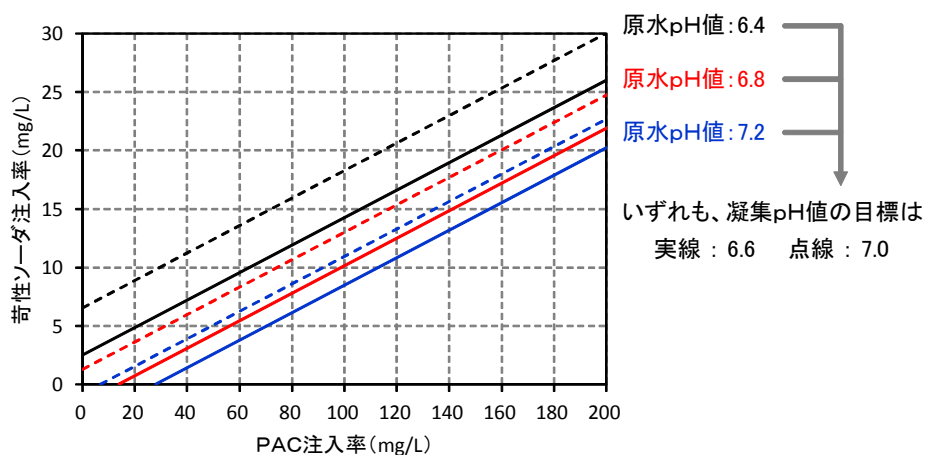


図 7-15 前アルカリ注入率早見図の一例（苛性ソーダ：原水アルカリ度 15mg/L の場合）

(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。

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

- 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 (m<sup>3</sup>/日)
- T : 原水濁度 (度)
- E<sub>1</sub> : 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<sub>Al</sub> : 凝集剤注入率 (mg/L)
- E<sub>2</sub> : 凝集剤の酸化アルミニウム濃度 (PAC : 10%、硫酸ばんど : 8%)
- E<sub>3</sub> : 水酸化アルミニウムと酸化アルミニウムの比率 (1.53)
- C<sub>CA</sub> : 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。

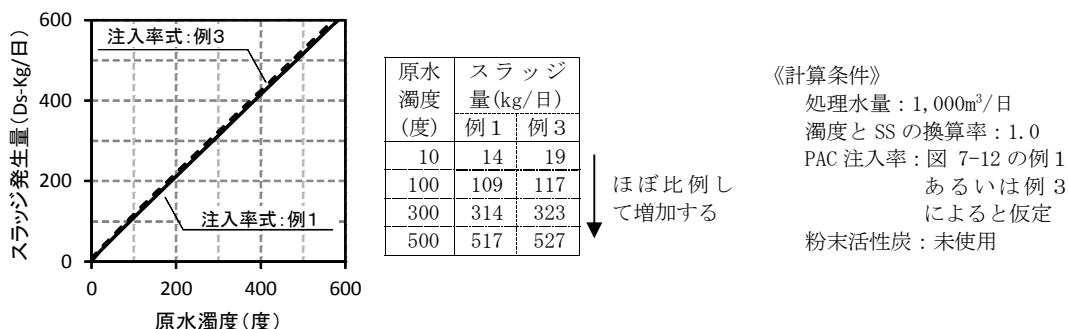
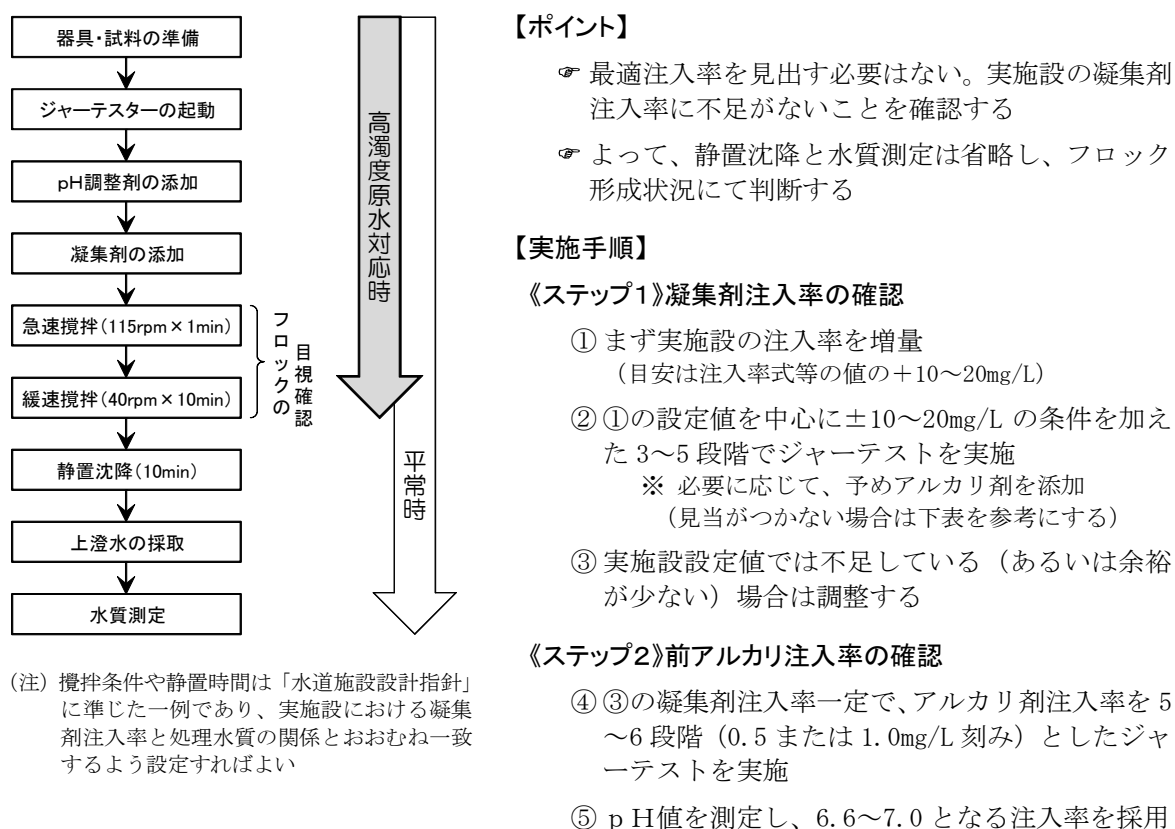


図 7-16 原水濁度とスラッジ発生量 (乾燥重量) の関係の一例 (Q=1,000m<sup>3</sup>/日の場合)

## (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"> <li>• 日頃から定期的に行う（通常の状態を把握するため）</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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）</li> </ul>				
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"> <li>• 原水の濁り具合</li> <li>• フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度</li> <li>• 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）</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">施設</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 取水口の様子（流木等の有無）</li> <li>• 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。）</li> <li>• その他、機器が正常に作動していること</li> </ul> </td> </tr> </table>	水質	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原水の濁り具合</li> <li>• フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度</li> <li>• 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）</li> </ul>	施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 取水口の様子（流木等の有無）</li> <li>• 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。）</li> <li>• その他、機器が正常に作動していること</li> </ul>
水質	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原水の濁り具合</li> <li>• フロックの出来具合、沈澱池からの流出程度</li> <li>• 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）</li> </ul>				
施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 取水口の様子（流木等の有無）</li> <li>• 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。）</li> <li>• その他、機器が正常に作動していること</li> </ul>				

(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フロックの巻き上げ
    - 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フロック形成の悪化
- 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。

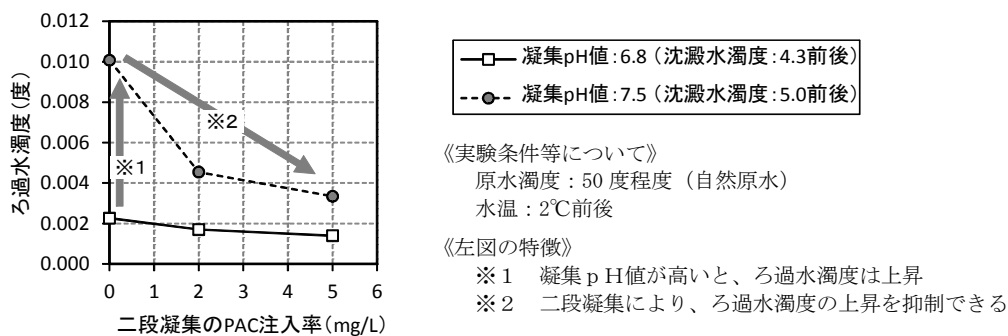


図 7-17 最適 pH 値逸脱時の二段凝集によるろ過水濁度の改善効果（プラント実験による結果）

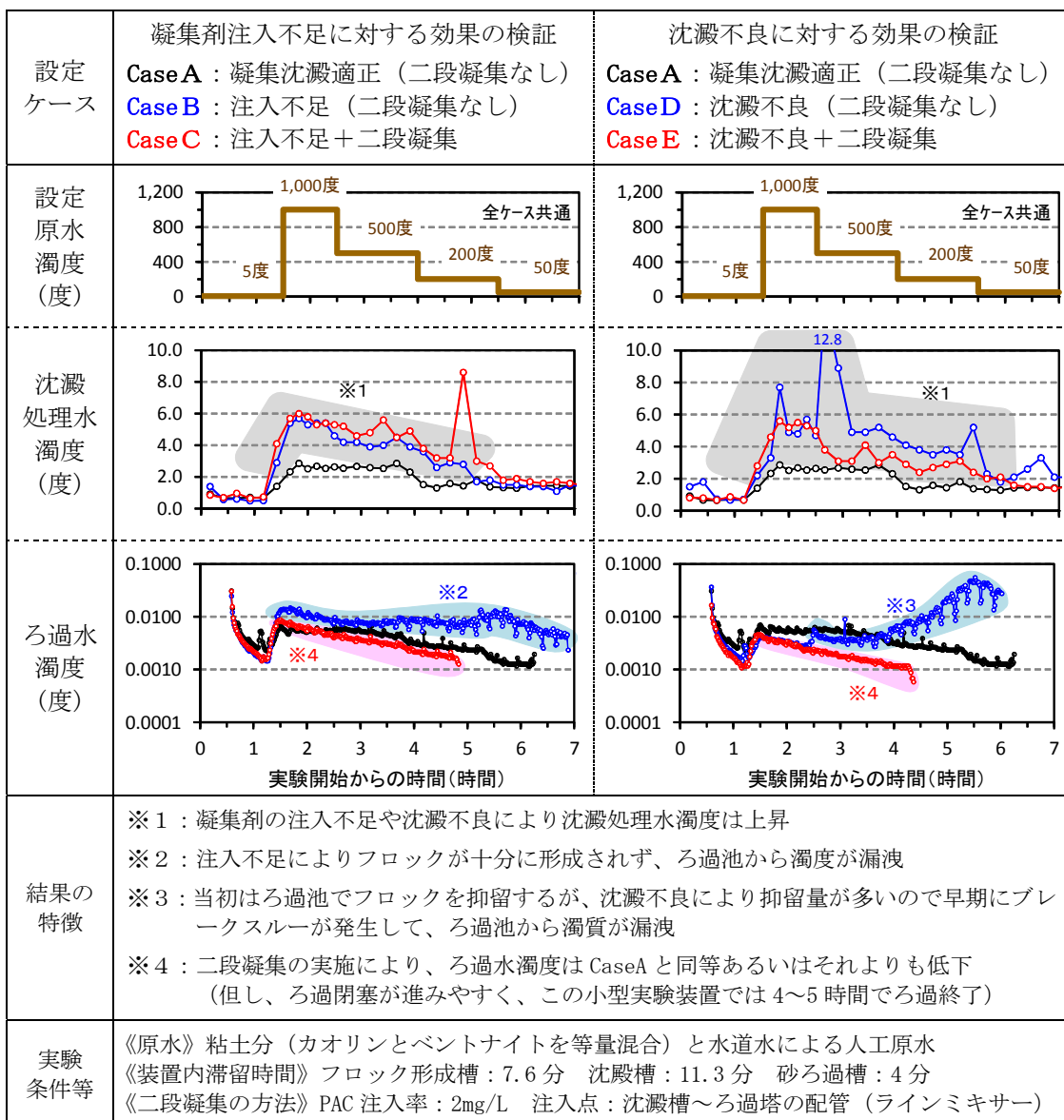


図 7-18 凝集沈澱の悪化に対する二段凝集のバックアップ効果 (プラント実験による結果)

(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。

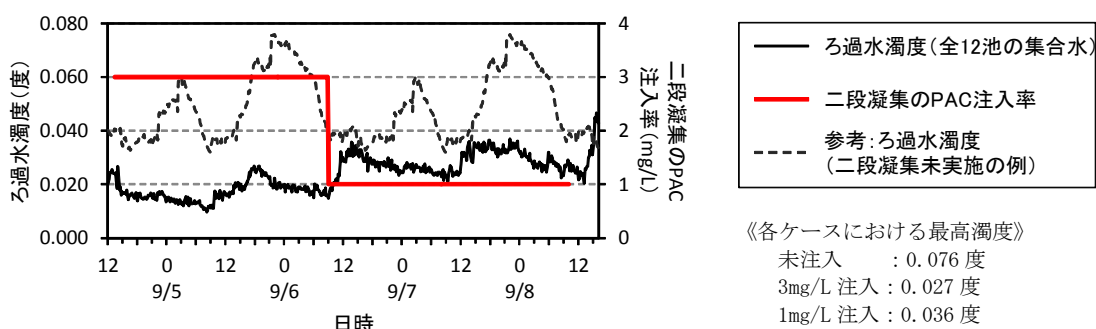


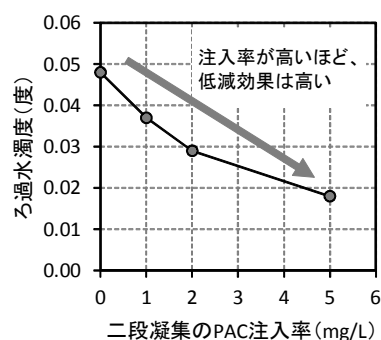
図 7-19 微小生物漏出によるろ過水濁度上昇に対する二段凝集効果 (実施による結果) [14]

## (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）

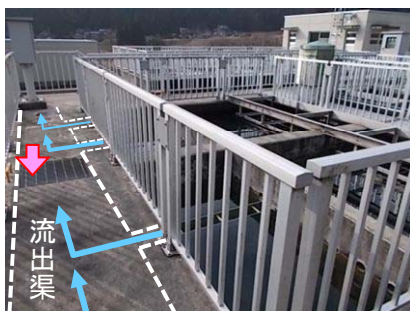


《実験条件等について》

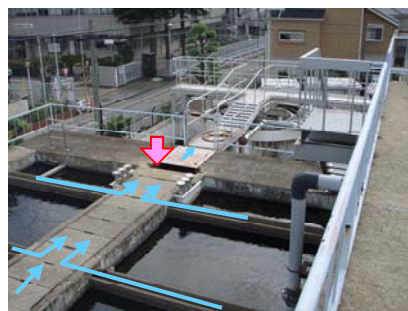
原水濁度 : 100 程度（自然原水）  
 沈澱処理水濁度 : 0.5 度前後

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 22,800m<sup>3</sup>/日)

(事例 2 : 施設能力 64,400m<sup>3</sup>/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。

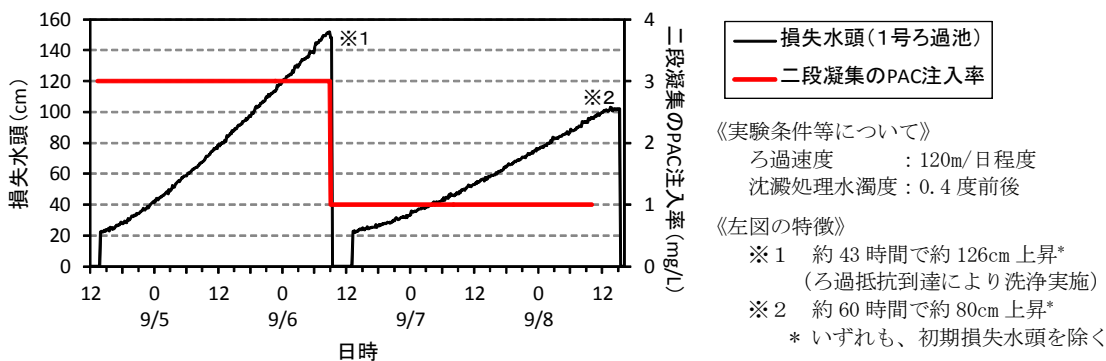


図 7-21 二段凝集実施時の損失水頭の推移 (実施による結果) [14]

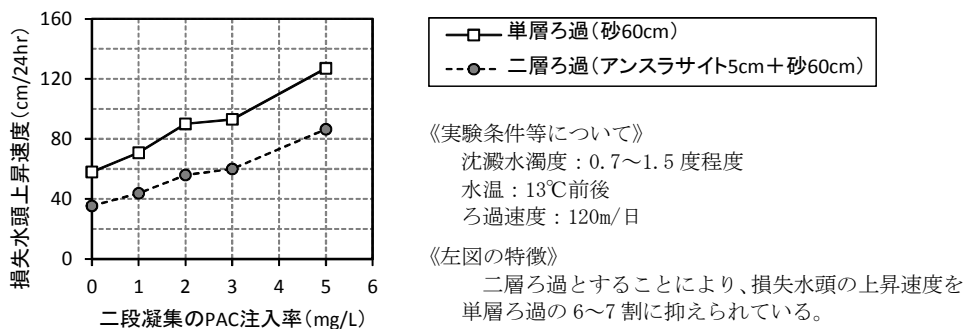


図 7-22 二段凝集の PAC 注入率と損失水頭上昇速度の関係 (プラント実験による結果)