

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 |
|-----------------------|--|--------------------|
| (7) 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 |
| (4) 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 | <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 | 全国 1km メッシュ | 過去 12 時間 | 30 分 |
| | | 降水短時間予報 (降水分布予報) | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | 6 時間先まで | 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) | <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 | 全国 1km メッシュ | 過去 3 時間 | 5 分 |
| | | ナウキャスト (降水分布予報) | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | 1 時間 先まで | 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 | 沖縄を除く 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) | <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) | 全国 約 10,000 地点 | 過去 3 日 | 1 時間 |
| | | 水位 (水位計観測値) | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | | 全国 約 6,700 地点 | 過去 4 時間 |
| | | 水質 (水質自動監視装置) | <ul style="list-style-type: none"> • 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 400 地点 | | 過去 3 日 |
| | 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 4 時間 | 10 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 | 過去 2 日 | 1 時間 |
| | | | | | | 過去 30 分 |
| | | | | | 最新情報のみ | 10 分 |

| | | | | | | |
|--------------|--------------------------------|------------------|--|----------------|--------------|----|
| (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ため、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。

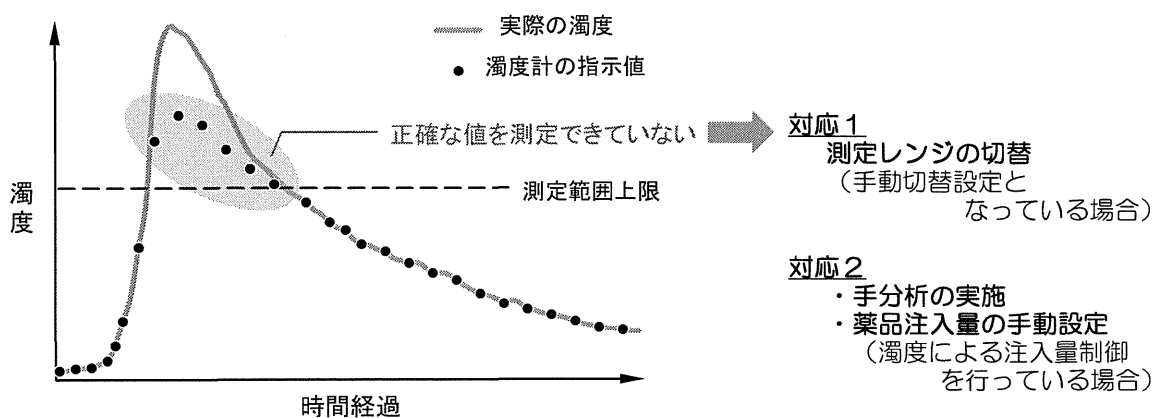


図 7-1 測定範囲の超過による問題と対応方法

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.krkjpn.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

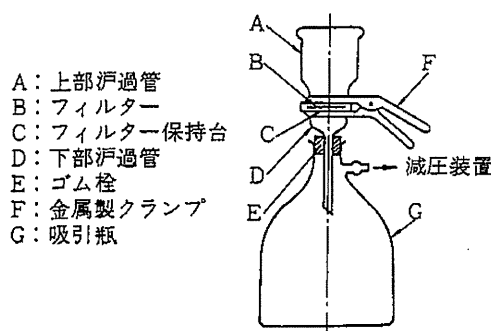
※3：濁りで測定できない場合は、「(3) 高濁度原水における色度の測定について」で紹介する方法等によって得た、ろ液を測定する。

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

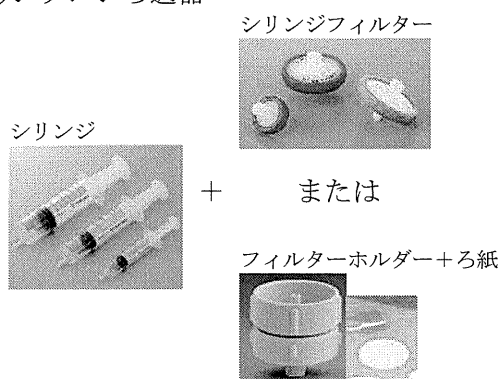
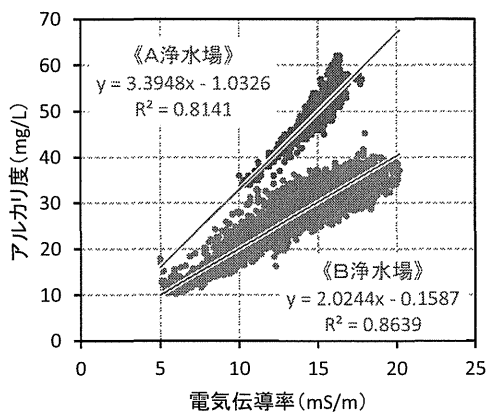


図 7-2 ろ過器具の一例

(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。

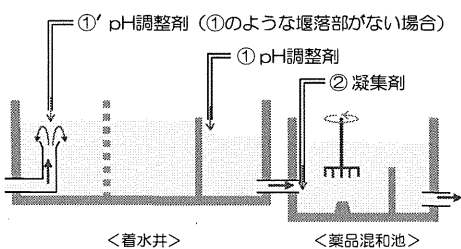
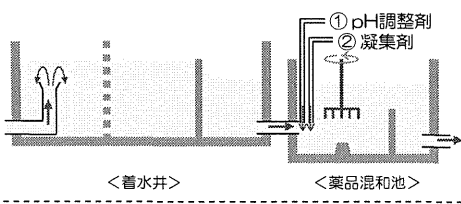
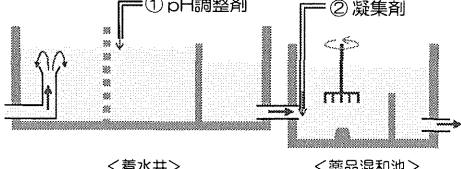
| | | | |
|-----|-----|---|--|
| 良い例 | 例 1 |  | 【良い点】 ○ 薬品の注入順序が適切である。 ○ いずれの薬品も、良く混和される場所に注入している。 (注) 凝集剤は、目視確認が容易なよう、水面上から滴下する場合もある。 |
| 悪い例 | 例 2 |  | 【悪い点】 × 薬品を同じ場所で注入している。 |
| | 例 3 |  | 【悪い点 (pH調整剤)】 × 速やかな混和を期待できない場所で注入している。 |

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。 |

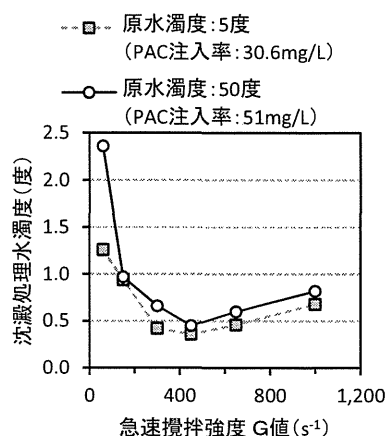
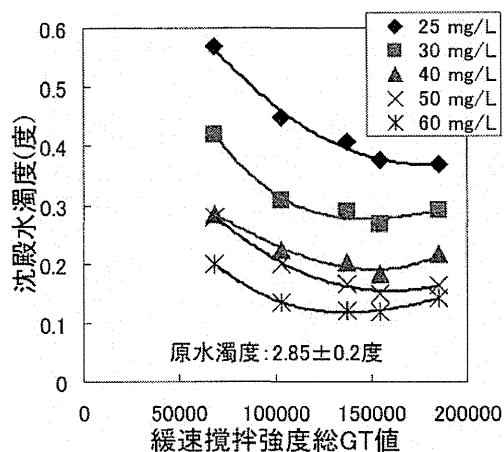
図 7-5 凝集用薬品の注入場所 (平面図：着水井終端で系統分岐するケース)

(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

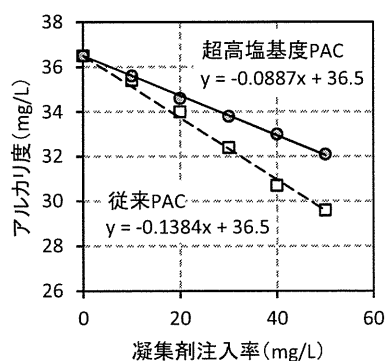
| | | 薬品混和池 | フロック形成池 |
|------------------------------|---------|--|--|
| (ア) 実施設で多い攪拌強度 | | G 値 : $100 \sim 200 \text{ s}^{-1}$ | G T 値 : $23,000 \sim 210,000$ |
| (イ) 近年報告された適正な攪拌強度 (PAC の場合) | | G 値 : 450 s^{-1} 付近 ^[11] (図 7-6 参照) | G T 値 : $100,000 \sim 150,000$ ^[12] (図 7-7 参照) |
| (ウ) 改善方法 | 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
- ✓ 沈澱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

(ア) アルカリ度



(イ) pH 値

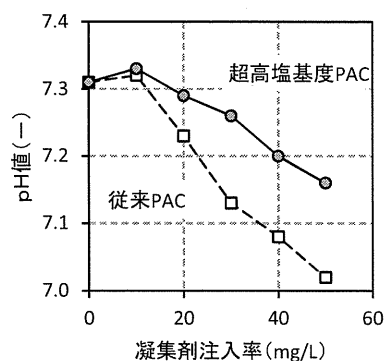


図 7-8 凝集剤によるアルカリ度消費と pH 値低下
（ジャーテストによる結果）

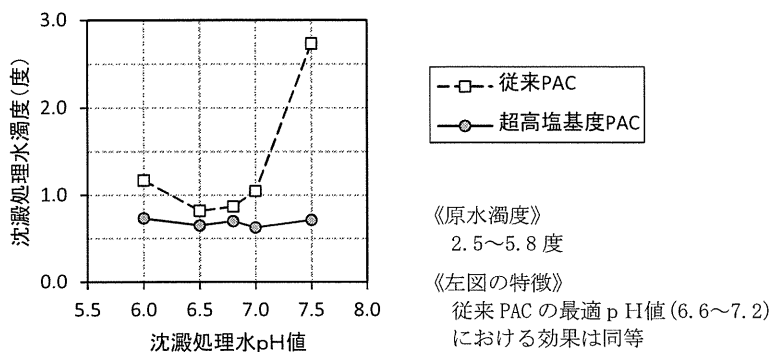


図 7-9 沈澱処理水の pH 値と濁度の関係（プラント実験による結果）

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。

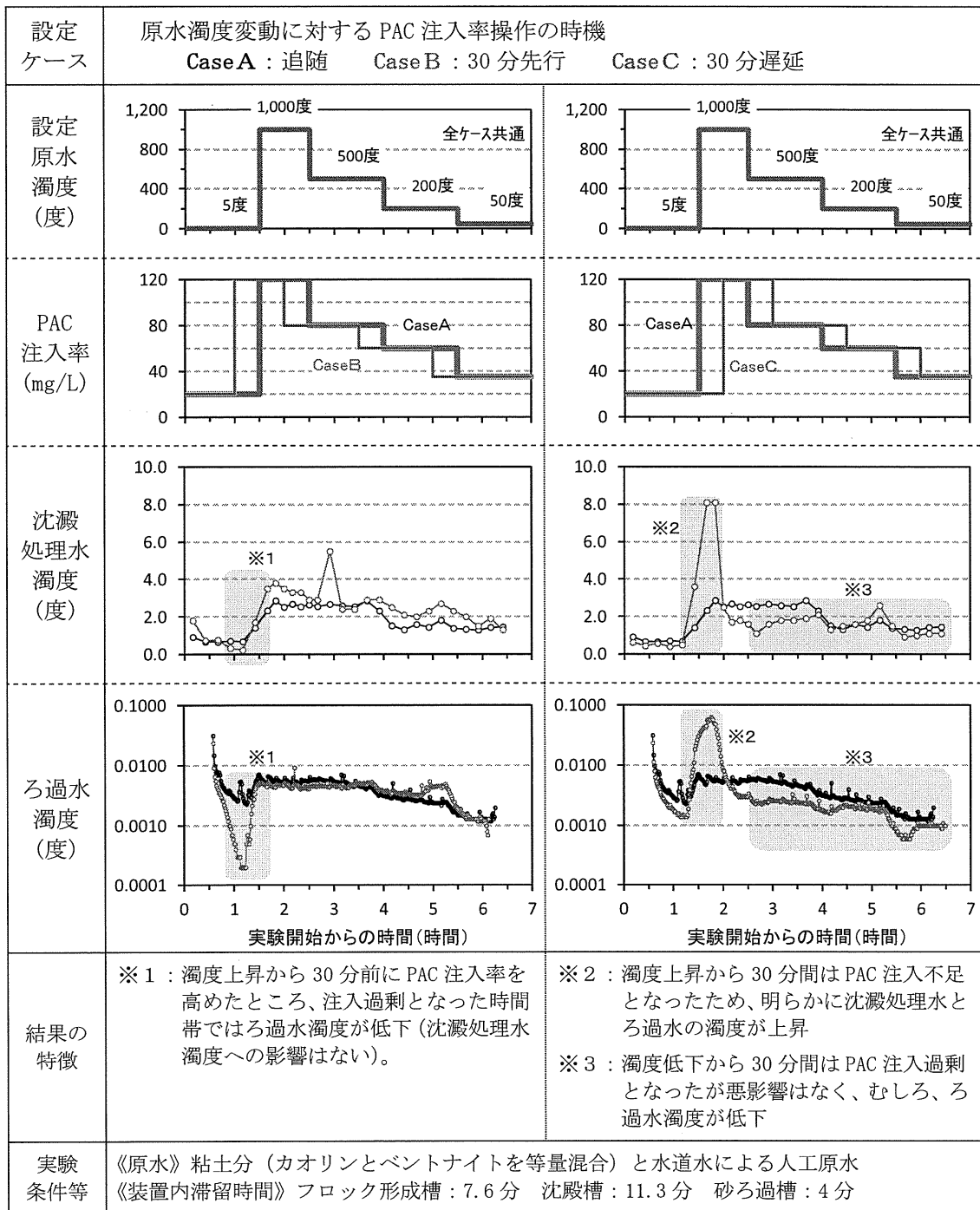


図 7-10 PAC 注入率操作の先行や遅延が処理効果に及ぼす影響 (プラント実験による結果)

(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。

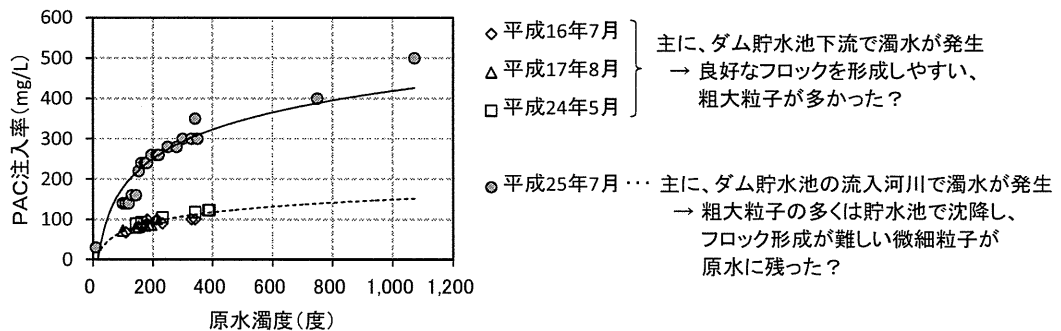


図 7-11 原水濁度と PAC 注入率の関係^[13] (既往傾向と大きく異なった例)

| | 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 | | <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）。

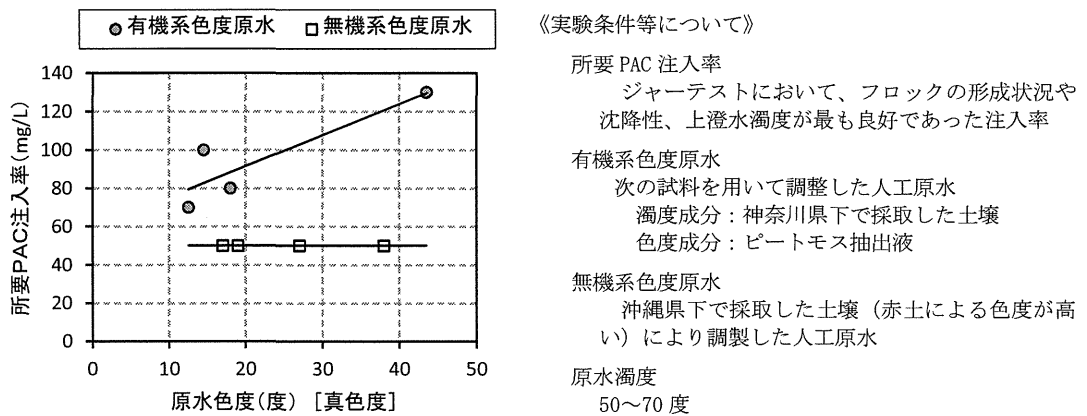


図 7-13 色度成分が凝集剤注入率に与える影響の一例

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。

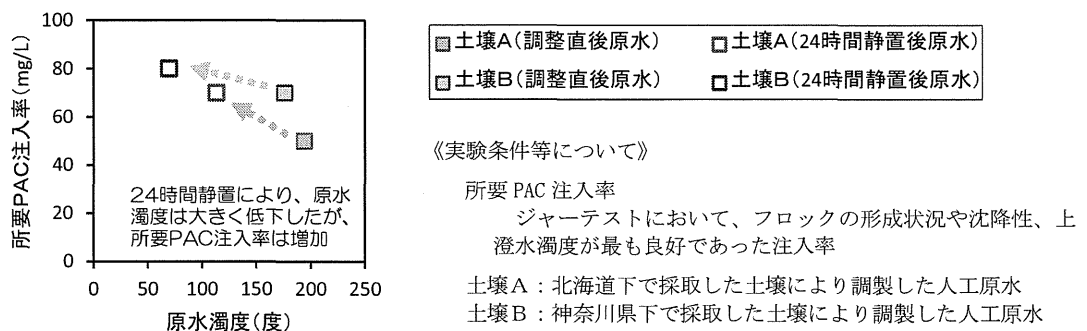


図 7-14 濁質の大きさが凝集剤注入率に影響を及ぼすことを示唆する実験結果

(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。

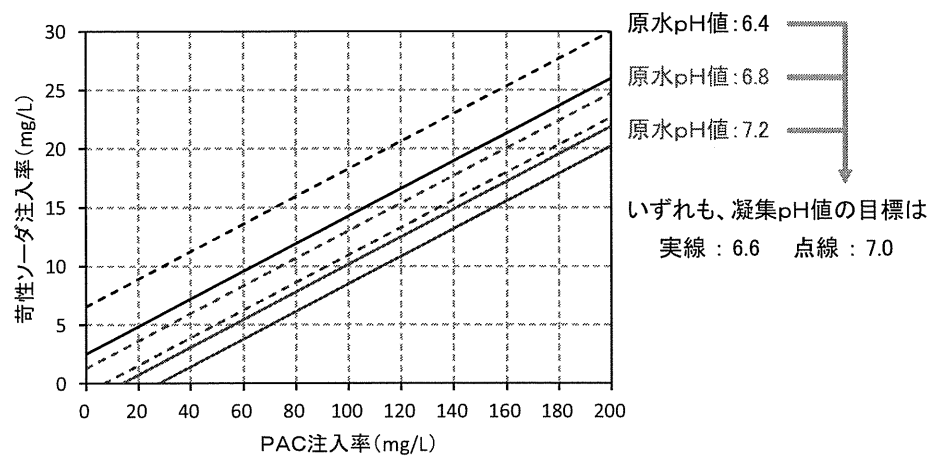


図 7-15 前アルカリ注入率早見図の一例（苛性ソーダ：原水アルカリ度 15mg/L の場合）