

香川県広域水道企業団水安全計画

令和6年3月

目次

1	水安全計画策定の目的	1
2	企業団の状況	2
3	計画の体系	3
4	水源	4
(1)	水源の特徴	4
(2)	種別	4
5	浄水施設	5
(1)	浄水処理において留意すべき項目	5
(2)	着水井	6
(3)	凝集池	7
(4)	沈殿池	8
(5)	ろ過及び紫外線照射設備	9
(6)	消毒設備	12
(7)	高度処理	14
(8)	浄水池	14
6	送水施設及び配水施設	19
(1)	ポンプ設備	19
(2)	消毒設備	19
(3)	配水池	19
(4)	配水管	19
7	給水施設	21
(1)	貯水槽水道	21
(2)	誤接続(クロスコネクション)	21
(3)	鉛製給水管	21
8	定期水質検査	22
(1)	法定検査	22
(2)	法定外検査	22
(3)	水質検査の精度と信頼性の確保	23
9	危害分析	24
(1)	危害原因事象の特定	24
(2)	危害分析方法	26
(3)	危害分析結果	27
10	施設改修	31
11	管理措置の設定	32

(1) 予防措置	32
(2) 重要管理点の設定	35
12 本計画の施行	44
13 管理マニュアルの整備	45
14 管理基準逸脱時の対応	46
(1) 管理基準逸脱時の措置	46
(2) 事故報告	46
(3) 摂取制限を伴う給水継続	46
15 報告書及び記録管理	48
(1) 管理基準逸脱報告	48
(2) 事故報告書	48
(3) 施設管理記録の作成	48
16 水安全計画の妥当性確認と実施状況の検証	49
(1) 妥当性確認	49
(2) 実施状況の検証	49
(3) 内部監査チーム	49
(4) スケジュール	49
17 水安全計画のレビュー	50
(1) 目的	50
(2) 確認事項	50
(3) レビューチーム	50
(4) スケジュール	50
(5) 記録の作成	50
18 教育訓練	51

1 水安全計画策定の目的

我が国の水道では、基本的には原水の水質状況に応じて整備された浄水施設と適切な運転管理、及び定期的な水質検査等によって清浄な水の供給が確保されている。

しかし、水道水の水質基準項目の多さに比べ、常時監視可能なものは少なく、また、定期検査等のいわゆる手分析により結果を得る場合はそれなりの時間を費やすなどの限界がある。このため、日々供給している水の安全性を一層高いレベルで確保するためには、水質検査以外の措置を講ずる必要がある。

安全に関して、食品業界では HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 手法による管理が導入され、安全性の向上が図られている。この手法は、原料入荷から製品出荷までのあらゆる工程において、「何が危害の原因となるのか」を明確にするとともに、危害の原因を排除するための重要管理点 (工程) を重点的かつ継続的に監視することで衛生管理を行うものである。

水道分野においても、水源から給水栓に至る全ての段階において包括的な危害評価と危害管理を行うことが安全な飲料水を常時供給し続けるために有効であることから、HACCP 手法を水道事業へ適用するものとし、品質管理システムとして、『香川県広域水道企業団水安全計画』を定めることとした。

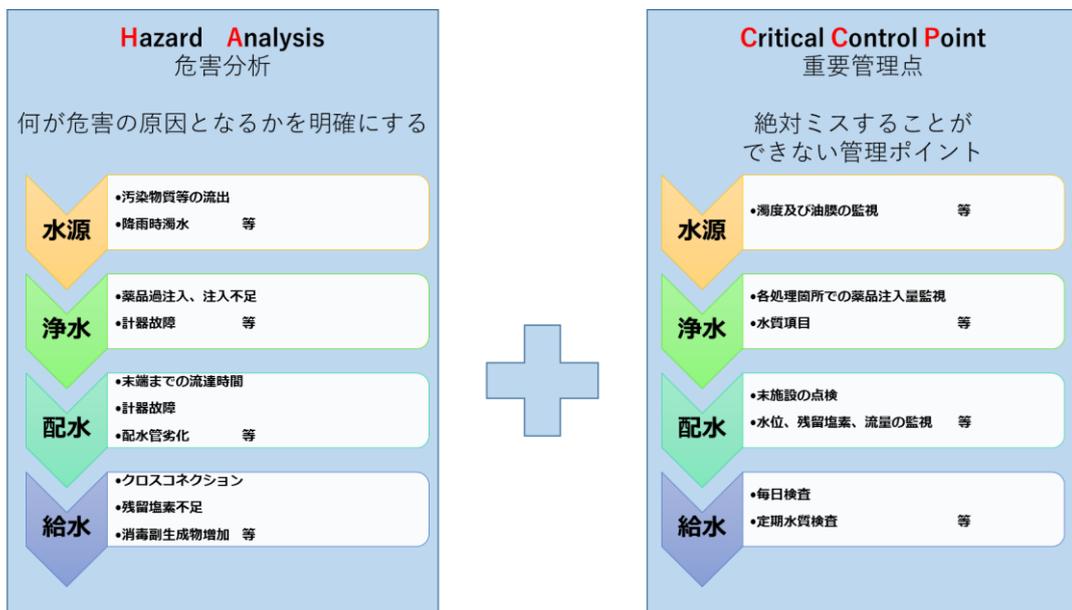


図1 HACCP 管理手法図解及び水安全計画の適用範囲

2 企業団の状況

香川県広域水道企業団(以下「企業団」という。)は、人口減少に伴う給水収益の減少、老朽化が進む水道施設の更新、近い将来に発生することが確実視されている南海トラフを震源とする巨大地震への対応、水道事業従事者の技術継承のほか、本県特有の課題である渇水への対応など、山積する課題を解決し、将来にわたり安心・安全な水道水を安定供給できる運営基盤を確立するため、平成 29 年 11 月に設立された。

設立後は、香川県広域化基本計画に基づき、運営基盤強化のため、水道施設等の維持管理、運営等を効率化し、円滑な水道水供給を行うために、必要な施設の整備に着手している。また、香川用水及び県内自己水源を効率的に活用しながら、合理性及び経済性の観点から施設・水源の統廃合を行う方針である。

さらに、企業団設立前に各水道事業体が蓄積してきた技術力を、各施設の運転管理に展開しながら、段階的に運転管理水準を高めているところである。

3 計画の体系

水安全計画は、基本事項について定めた計画書本書のほか、標準管理マニュアル、資料、危害分析結果、個別管理マニュアル、記録等様式を備えるものとする。

表1 計画の体系

区分	文書の種類	文書作成(改正)者
計画	計画書本書	水質管理課長
	標準管理マニュアル	水質管理課長
資料等	資料、危害分析結果、個別管理マニュアル	水道技術管理補助者
記録等 様式	管理基準逸脱報告(入力ファイル作成)	水質管理課
	管理基準逸脱報告(報告行為)	水道技術管理補助者(施設管理担当)
	施設管理記録(様式作成)	施設管理者
	施設管理記録(報告行為)	施設管理者

4 水源

(1) 水源の特徴

香川県は、降雨量が少なく、河川の距離が短く急こう配であるため、水量の確保に苦勞してきた。昭和 49 年に、吉野川から分水する香川用水が供用されたが、それ以降においても、平成 6 年の給水制限のほか、香川用水の取水制限は頻発していることから、企業団においては、香川用水を活用しながら、県内水源を維持することにより、利水安全度の確保に努めている。

一方、小豆島では、島内の水源のみで必要な量を確保しなければならない状況であり、広域的な水融通が行われている。

このような背景により、県内全域において、一つの浄水場に複数の水源があることが多く、水質に留意しながら水源を選択し、浄水場を稼働させている。



図 2 香川用水(山田開水路)

(2) 種別

ア 河川表流水

吉野川、香東川等から取水している。大量の原水を取水でき、需給調整がしやすいが、降雨時の濁り、工業・農業・畜産排水など水質管理上の課題も多い。

イ ダム水・湖沼

内場ダム、吉田ダム、殿川ダム等のダム水から取水している。少ない降雨量でも有効に必要な水量を確保できる利点があるが、貯留中に、有機物や栄養塩類が流入・蓄積し、水質が悪化することが多く、臭気対策を要する場合がある。

ウ 不圧地下水(河川伏流水、浅層地下水等)

土器川、綾川、財田川等の伏流水や、各地の浅井戸から取水している。水質は比較的良好で、水量も安定しているが、地表水の汚染の影響が及ぶものもある。

エ 被圧地下水(深層地下水)

丸亀市浄水場、北鴨浄水場等で取水している。地表水の影響がなく、衛生的なりすが極めて少ないが、地質によっては、水質に問題がある場合がある。

5 浄水施設

(1) 浄水処理において留意すべき項目

ア クリプトスポリジウム及びジアルジア(以下「クリプトスポリジウム等」という。)

クリプトスポリジウム等は病原性の原虫である。環境中では殻に覆われていて、塩素消毒に対して耐性があり、国内においても、水道水が感染経路となった集団感染が発生している。

クリプトスポリジウム等による汚染のリスクレベルは、水源の種類とクリプトスポリジウム等指標菌検出結果により算定される。レベル4の場合は、ろ過設備を設けなければならない。レベル3の場合は、ろ過設備、又は紫外線照射設備を設けなければならない。

ろ過によって、クリプトスポリジウム等を物理的に除去するときは、直径はろ過砂の1/100

程度で数マイクロメートルと微小であることから、特に、砂ろ過では、施設設計と運転管理が十分でなければクリプトスポリジウム等が漏えいする可能性がある。

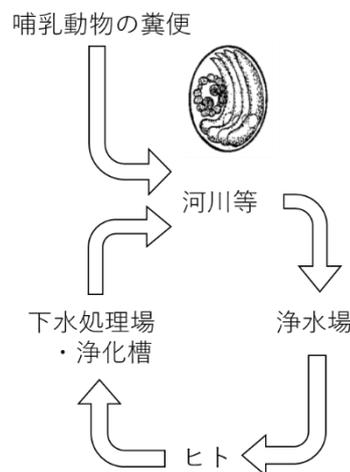


図3 クリプトスポリジウム感染経路

イ 病原生物

病原生物による汚染を防止し、配水系統における衛生上の安全を保つために、水道法施行規則第17条により、給水栓において残留塩素が0.1mg/L以上保持することが義務付けられている。(消化器系感染症の流行時や地震発生後など病原生物に著しく汚染されるおそれがある場合などでは、水の遊離残留塩素を0.2mg/L以上にすることが求められている。)

残留塩素は、高水温、水質悪化、滞留、配水管劣化などの要因で消失量が増える。これらのことから、的確な分析を行って次亜塩素酸ナトリウム溶液(以下「消毒剤」という。)の注入率を設定しなければならない。

ウ 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素

化学肥料による地下水汚染により、水質基準(10mg/L)を上回る濃度が検出される水源があり、濃度を低減させるために、水源の選択、他系統の浄水による希釈、膜処理(RO膜、NF膜)を行っている。

乳幼児が硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素に汚染された水道水を摂取した場合には、短期間でメトヘモグロビン血症を発症するおそれがあるため、徹底した水質管理が必要である。

エ 消毒副生成物

原水中の有機物(前駆物質)と、消毒剤が反応して生成される物質の総称である。トリハロメタン類、ハロ酢酸類、ホルムアルデヒド、塩化シアンが水質基準項目に

位置付けられている。

前駆物質を低減して生成を抑制する方法、消毒剤との接触を低減する方法、生成した消毒副生成物を除去する方法など、さまざまな対策を講じている。

オ 鉄、マンガン

地質によっては、高濃度の鉄、マンガンを原水中に含むことがあり、特に地下水の場合は、影響が大きいことが多い。

マンガンは、消毒剤の注入又はオゾン処理で酸化した後に、マンガン砂をろ材としたろ過設備に通水することで、除去できる。鉄は、通常の凝集沈殿ろ過処理により、ある程度の除去が可能であるが、高い濃度で含まれるときは、マンガンと同じ方法で除去できる。

また、鉄細菌などの生物を利用した処理方法もある。

カ 臭気

特定の藻類や菌類の繁殖により、原水に、かび臭、生ぐさ臭、藻臭などの臭いが付く場合がある。水源の選択、他系統の浄水による希釈のほか、粉末活性炭、粒状活性炭、オゾン処理など、高度処理による低減を行う。

工場排水などの化学物質や油の流出など、突発的な事象により異常な臭気が発生したときは、一時的な取水停止や、水源の切り替えにより対応する。

キ pH

水中の水草や植物プランクトンによる炭酸同化作用（光合成）による炭酸の減少、地下水への炭酸の溶解、各種排水の影響により、原水の pH が増減する。凝集、沈殿、ろ過などの浄水処理や、凝集剤、消毒剤等の注入により、pH が変化する。

さらに、配水過程における pH 変化も考慮しながら、必要な場合には、酸剤又はアルカリ剤の注入を行う。

ク 濁度

ろ過を行うことで、濁度は除去できるが、大雨時に原水が高濁度になった場合は、凝集剤の増量、アルカリ剤の注入など追加の措置が必要となる。また、浄水施設の機能を超える高濁度となった場合は、浄水処理の一時停止（ピークカット）を行うこともある。

(2) 着水井

ア 圧力開放

水量の変化や取水ポンプの運転停止などの上流側の要因による水圧の変化を吸収することで、構造物への衝撃を抑制し、後段の処理過程での水流の乱れを防止する。

イ 流量調節と計測

着水井の手前に流量を調節するためのバルブや流量計が設けられる。薬品注入量は流量比例制御することが望ましい。

ウ 水質の緩衝

瞬間的な水質変化を緩和して、水処理を安定化させることができる。

(3) 凝集池

ア 凝集

粒径約 10 マイクロメートル以下の濁質(コロイド)は、負電荷を帯びており、互いに反発しあって自然には沈降しない。濁質を処理するために、正電荷を帯びている凝集剤を介して結合させる。

初期状態の粒子同士が会合して連鎖的に結合する過程で、水中の有機物やプランクトンなどが巻き込まれて、立体的な架橋構造が形成される。これをフロックと呼び、固く高密度のものほど沈降性が良く、ろ過池での捕捉率も高い。

凝集剤を適切な率で注入することが最も重要であり、注入不足だとフロックが形成されず、過剰注入だと凝集不良、フロックの沈降性悪化、汚泥の増加・脱水性の悪化につながる。

急速ろ過方式では、クリプトスポリジウム等を除去するために、凝集を行う必要があり、緩速ろ過方式においても、原水の濁度が高いときには、凝集を行う場合がある。

イ pH 調整

pH6 から 7 で凝集剤が特に良好に作用する。pH が高い原水の場合は、酸剤を注入し、pH を調整するか、広範囲の pH に対して処理性能を持つ高塩基度 PAC を使用する。

一方、pH が低い原水や降雨時は、PAC や硫酸バンドの注入により、アルカリ度が消費されるので、pH の安定化のため、アルカリ剤の注入が必要な場合がある。

なお、酸剤やアルカリ剤は、凝集効果を高めるために、凝集剤注入位置より前で注入し、pH 監視は凝集剤添加後の値で行うことが望ましい。

ウ 急速攪拌(混和池)

凝集剤注入直後に強力に攪拌し、凝集剤を均等に分散させ、微小フロックを形成させることが目的である。このとき攪拌が十分に行われないと、凝集効果が得られないことがある。

機械式攪拌は、外部エネルギーが必要でコストは掛かるが、処理水量や水質の変化にも対応できるので確実性が高い。一方で、水流のエネルギーを活用する迂流・堰式は、外部エネルギーを必要としないが、施設稼働率が下がると攪拌力が低下するので、最低処理流量を見極めておくことが必要である。

そのため、低稼働率が想定される浄水場の場合には、機械攪拌式の採用が望ましい。

エ 緩速攪拌(フロック形成池)

微細フロックの衝突を繰り返していくことで、フロックを成長させて沈降性を

高めることを目的とする。一方、フロックの成長とともに攪拌による剪断力が働くようになる。

良好なフロックを形成させるためには、初期においては衝突回数を重視して攪拌エネルギーを高め、フロックの成長につれて攪拌力を低減し、破壊を防ぎながら、粒径が大きくなったフロック同士の接触を促すことが重要である。

緩速攪拌にも、機械式攪拌と迂流式があり、機械式攪拌の方が、処理水量や水質の変化にも対応できるので確実性が高い。

(4) 沈殿池

ア 濁質の沈殿

沈殿池の能力の指標として、表面負荷率(V_0)がある。 $V_0(\text{mm}/\text{min}) = \text{沈殿池に流入する流量}(Q:\text{L}/\text{min}) / \text{沈殿池の沈降面積}(A:\text{m}^2)$ で与えられ、表面負荷率が小さいほど沈降速度の小さい粒子を処理できる。

実際には、濁質の種類(泥、藻類など)により沈降速度が異なること、偏流や短絡流が生じること、整流壁の数・位置、流出水の取り出し構造などの要因で、計画どおりの処理能力を発揮しないこともある。浄水場ごとに過去の事例を集約して、管理に活かすことが重要である。

イ 水量の緩衝

ろ過池の運用(洗浄やろ過流量調節弁の操作)や取水量の変更などにより、処理工程間の流量に差が生じるので、相対的に面積が大きい沈殿池の水位変動で流量の不均衡を緩和することができる。

ただし、トラフなどにより定水位で流出水を取り出している場合は、沈殿池で水量の緩衝は行われない。

ウ 水質の緩衝

沈殿池へ流入する原水の水量、水質は、日々変動している。沈殿池は、これらによる濁質量の変動を吸収し、ろ過池への負担を一定近くにする。

エ 横流式普通沈殿池

通常、緩速ろ過池とセットで設けられ、凝集を行わずに自重で沈降するものを処理対象とする。表面負荷率は $5\sim 10\text{mm}/\text{min}$ であり、処理量に対しての面積は大きい。標準の滞留時間は8時間程度である。

緩速ろ過池流入水の濁度を10度以下にするため、原水濁度が30度以上(原水中の濁質の粒径分布にもよる)になると、凝集を要する。

オ 横流式薬品沈殿池

フロックの大部分を沈降させて、処理水をろ過池(主に急速)へ導入する。表面負荷率は $15\sim 30\text{mm}/\text{min}$ で、標準の滞留時間は $3\sim 4$ 時間程度である。フロックの沈降性の悪さや短絡流が原因で、沈殿池水濁度が上昇するキャリーオーバーが発生することがある。ろ過池が急速の場合は、流出濁度をできるだけ低減する。

カ 高速凝集沈殿池

フロックの形成を既存フロック(スラリー)に微小フロックを衝突させて行い、処理効率を向上させたものである。スラリーを攪拌翼や拡散ポンプで原水流入部に巻き上げて衝突を促進する。沈殿池内は上向流となっており、その流速を上回る沈降速度を持つフロックを形成させなければならない。

表面負荷率は 40~60mm/min で、標準の滞留時間は 1.5~2 時間程度である。流入原水の水温変動に弱く、密度差による上向短絡流が生じるとキャリーオーバーしやすい。また、スラリーの存在が必要条件であるため、低濁度原水には不向きであり、流量の急変にも弱い。スラリーの新陳代謝や界面の制御のための排泥管理に熟練を要する。

キ 傾斜板(管)沈殿池

沈殿池内に波型、平板(複数段)、正方形等の形状の沈降装置を挿入して、多階層式沈殿池を構成し、フロック除去率を高めたものである。構造物面積あたりの処理性が飛躍的に向上し、用地取得や構造物の建設コストは低減する。水槽面積当たりの表面負荷率は、下降流の場合は 4~9mm/min、上向流の場合は 7~14mm/min である。

全体の表面負荷率は、階層数を乗じたものになり、標準の滞留時間は 1 時間程度に短縮される。ただし、原水水質変化に対しての緩衝能力が小さくなるので、油や毒物の監視体制の強化が求められる。

ク 排泥

原水中の濁質の大部分は、沈殿池に沈降することになる。面積の大きいものは、汚泥の貯留能力を有しているが、傾斜板沈殿池や高速凝集沈殿池は、汚泥掻寄機や自動排泥管などの定期的に排泥する機構が必要になる。

また、かび臭などの臭気の発生や、汚泥の巻き上げを防止するため、堆積量が過大にならないようにする必要がある。

(5) ろ過及び紫外線照射設備

ア 固液分離

固液分離過程の最終段階であり、砂ろ過と膜ろ過に大別できる。クリプトスポリジウム等指標菌の検出履歴のない地下水については、ろ過を省略して塩素消毒のみの浄水処理が認められている。検出履歴のある地下水については、ろ過のほか、紫外線照射による浄水処理が認められている。

施設基準に適合していない浄水施設については、施設整備計画を策定し、整備中の期間においては、水質監視の強化を行う。

イ 急速ろ過池

ろ過速度は 120~150m/日、砂の粒径は 0.45~0.70mm、砂の均等係数(径のばらつき)は、1.7 以下、砂層厚は 60~70cm を標準とする。急速ろ過では、砂の

目のふるい分けでの物理的な除去に加えて、凝集剤の持つ電気的な吸着作用により、フロックがろ過砂に捕捉されているので、凝集処理と併用する必要がある。

ろ過継続により、損失水頭(抵抗)が上昇(ろ過池が詰まる)するので、定期的に洗浄する。ろ過砂下方からの逆洗を基本とし、ろ過砂上方からの表洗、空気洗浄などと組み合わせる。

① 重力式急速ろ過池

ろ過池上方が圧力開放されていて、水頭差(位置エネルギーと損失水頭の差)を用いてろ過する方式である。ろ過池ごとに流量計、流量調整弁、洗浄弁、捨水弁、排水弁を個別に要する。流量調節や洗浄など制御しやすく、個別のろ過池の状態を把握しやすいのが特徴である。

② 自然平衡型急速ろ過池

ろ過池上方が圧力開放されていて、浄水井水面との水頭差を用いてろ過する方式である。流入管をサイフォン状態にして、流入量とろ過量を平衡させる仕組みが特徴である。洗浄時は排水管をサイフォン状態にして、ろ過池水位を浄水井より低くする。ポンプを使用せずに逆洗が可能のため、エネルギー効率に優れている。

また、ろ過池外部に洗浄用水を貯留していない施設では、低負荷運転すると洗浄用水が確保できなくなるので、最低処理水量を見極める必要がある。

③ 圧力式急速ろ過池

鋼板製の密閉式タンクにろ過砂等を充填し、凝集処理した水をポンプ圧で流入させ、容器上部の空気圧を0.1~0.6MPaとすることで、負圧を発生させることなく、安定的にろ過継続できるようにしたものである。

④ 多層急速ろ過池

単一のろ過材を使用した場合、洗浄時に粒径が小さいものほど軽くて巻き上げられやすい。このため、ろ過層の上部ほど細かくて密な状態になり、濁質の抑留は主に上部で行われ、抑留容量を十分に利用しないうちに、ろ過を打ち切ることになる。

そのため、砂の上に、アンスラサイトのように比重が小さく径が大きいろ材をのせる多層ろ過とすることで、洗浄時に軽くて径が大きい粒子を巻き上げることができる。ろ過層上部の空隙率を高めて、濁質の抑留をろ過層全体で行うことで、ろ過速度を最大240m/日とすることができるので、施設の小型化が可能となる。

ただし、逆洗時のろ材の流出を防止するための管理が必要である。

⑤ 直接ろ過池(マイクロフロック法)

地下水など濁度の低い原水に対して、凝集剤を低濃度で注入して微小フロックを形成させ、フロック形成池及び沈殿池を経由せず、直接ろ過する方式である。

この場合のフロックは強固となり、安定的な水処理が行える。

ウ 緩速ろ過池

ろ過速度は4～5m/日、砂の粒径は0.30～0.45mm、砂の均等係数は2.0以下、砂層厚は70～90cm、砂面上水深は90～120cmを標準とする。緩速ろ過は低濁度で安定した水源に向けた方法であり、低速で通水することで砂面上に形成される生物ろ過膜により濁質の大部分を捕捉することが特徴であり、砂の目のふるい分けでの物理的な除去は限定的である。また、生物ろ過膜では有機物などが分解されるので臭味が改善する。

ろ過継続により損失水頭が上昇するので、定期的に生物ろ過膜の掻き取りを行う必要があり、掻き取り後は、生物ろ過膜が再形成されてからろ過を再開しなければならない。

エ 膜ろ過

ろ過膜に原水を通すことで、膜の孔径によるふるい分けが行われ、クリプトスポリジウム等に対して絶対的な処理性を持つ。処理量当たりの設置面積が比較的小さいので、小規模無人施設を中心に採用されてきたが、最近では地下水を水源とする場合において紫外線処理にシフトしつつある。MF膜(精密ろ過膜)、UF膜(限外ろ過膜)、NF膜(ナノろ過膜)、RO膜(逆浸透膜)の順に孔径が小さくなり、除去対象は増えるが、エネルギー消費量と膜材代は高くなる。ファウリングが発生すると、通水性能が落ちるので逆洗や薬品洗浄で回復させる。ファウリングを低減するには膜材質や通水方法の選定が重要になる。膜自体が劣化した時は、膜モジュールを交換する。

NF膜やRO膜は、溶解物質を除去対象にしている。

オ 紫外線照射設備

クリプトスポリジウム等汚染が疑われる地下水を原水とする場合に、紫外線照射による処理が認められており、当該水中のクリプトスポリジウム等を99.9%不活化する設備である。

紫外線照射を阻害する物質がランプスリーブ等の表面に付着することによる紫外線照射量低下の影響をできるだけ避けるため、処理対象水中の鉄が0.1mg/L以下、硬度が140mg/L以下及びマンガンが0.05mg/L以下であることが望ましい。

紫外線には強力な消毒作用があるが、消毒効果に持続性がないため、病原性微生物等の再増殖は抑制できない。

カ 消毒のみの浄水施設

クリプトスポリジウム等汚染リスクのない被圧地下水や、クリプトスポリジウム等汚染リスクが小さい不圧地下水(河川伏流水、浅井戸等)のみを水源として使用する場合に、塩素消毒のみで浄水処理を行う施設である。

キ ろ過又は紫外線照射設備整備中の施設及び廃止予定の施設

設備整備完了まで期間、又は廃止までの期間において、時限的に塩素消毒のみで浄水処理を行う施設であり、あくまでも暫定的な措置である。

(6) 消毒設備

ア 前塩素

前塩素注入の目的は、以下のとおりである。

① アンモニア態窒素の処理

アンモニア態窒素は、酸素を消費して硝酸になるため、原水に多量に存在すると、多くの酸素を消費する。その結果、緩速ろ過では、無酸素状態となり、鉄・マンガンが溶出して浄水で着色障害が生じる。また、アンモニア態窒素が消毒剤と反応することで、浄水の残留塩素を低下させる。

そのため、浄水処理過程においてアンモニア態窒素の除去は重要であり、その方法の1つに塩素処理がある。

アンモニア態窒素を含む水に消毒剤を注入すると、結合残留塩素が生成する。さらに消毒剤を注入すると、ある点から結合残留塩素は減少し、ゼロ又はそれに近くなる。さらに注入量を増やすと、遊離残留塩素が増加する。このゼロ又はそれに近い点を不連続点と称し、この点を超えて遊離残留塩素を検出するように消毒剤を注入する方法(不連続点塩素処理)である。このため、アンモニア態窒素濃度が高い水源を使用する場合は、遊離残留塩素を測定できる計器で管理することが望ましい。

上記の方法により、緩速ろ過などの生物処理への影響を抑え、後段での残留塩素管理も容易となる。また、消毒剤を注入していることにより、沈殿池の汚泥の腐敗も防止する。

② 鉄・マンガンの処理

消毒剤により塩素処理することで、鉄・マンガンは酸化する。酸化物は水への溶解度が低く沈殿池やろ過池で捕捉される。残留塩素がなくなると、還元されて再び水に溶解する。

③ プランクトンの増殖防止

プランクトンの異常増殖により、浄水処理の障害となることがある。細胞内に空気を蓄えている種類のものをフロックに巻き込んでフロック沈降性が悪くなったり、ろ過池を閉塞させたりする。ただし、かび臭を発生させる藍藻類に対して塩素処理を行うと、かび臭原因物質が放出されるので、状況に応じて粉末活性炭の注入等の措置を行う。

④ 沈殿池の衛生状態確保

沈殿池で残留塩素が消失すると、スカムの浮き上がりが発生する場合がある。

イ 中塩素

中塩素注入の目的は以下のとおりである。

① 消毒副生成物の抑制

トリハロメタンなどの消毒副生成物は、消毒副生成物前駆物質（消毒副生成物の元となる物質）濃度、塩素濃度、及び前駆物質との接触時間が大きくなると生成しやすい。消毒剤注入地点を沈殿池出口に移し、接触時間を短くすることで、生成を抑制できる。ただし、プランクトンの増殖防止や沈殿池の衛生状態の確保ができなくなるので、前塩素注入量をできるだけ低減化して、注入量が不足した場合に中塩素で補う多段注入方式を取ることもある。

② 鉄・マンガンの溶出防止

鉄・マンガンは残留塩素がなくなると、還元されて水に溶解するようになる。急速ろ過砂層に捕捉されている鉄・マンガンが溶出しないように消毒剤を注入する。

緩速ろ過においては、生物ろ過膜を傷めるので中塩素を注入してはならない。

③ 後塩素の省略

中塩素を消毒剤の最終注入地点とし、後塩素を省略する場合がある。水温、水質、滞留時間などの残留塩素低下要素の変動を勘案して注入率を変更する。消毒剤注入地点が早まることで消毒副生成物の生成量は、増加する。

ウ 後塩素

後塩素は、配水管末端給水栓で残留塩素が維持されるように、水温、滞留時間、水質を考慮して消毒剤を注入する。

エ 浄水施設における消毒副生成物対策

まずは、末端の残留塩素確保が優先である。必要な量の消毒剤を注入することを徹底した上で、消毒副生成物対策として、消毒剤と前駆物質の接触時間を短縮する。

オ 浄水施設における塩素酸対策

消毒剤は、その保管中に分解し、塩素酸が生成される。分解・生成の進んだ消毒剤を高い率で注入したときに、塩素酸の水質基準(0.6mg/L)を超過するおそれがある。

いくつかの対策手段があり、これらを組み合わせることで水質基準に適合させるものとする。

① 水源の選択

水質が悪い原水ほど多くの消毒剤を必要とするので、水量が確保されているときは、良好な水源を選択し、塩素要求量の絶対量を低減する。

② 薬品の購入仕様の見直し

不純物の少ない JWWA 規格の特級品の採用により、塩素酸の生成速度を抑制することができる。

③ こまめな補充

水質や運送業者の輸送車の運用などを勘案して、できるだけこまめに補充するよう努める。また、複数の浄水場で同時に輸送車を手配して補充間隔を短縮する方法もある。

④ 低温保存

20℃以下で保存することにより、塩素酸の生成速度を抑制することができる。

⑤ タンクの清掃

薬品タンクを清掃することにより、不純物による分解が抑制される。

(7) 高度処理

ア 粉末活性炭処理

かび臭、消毒副生成物及びその前駆物質を除去対象とし、季節的要因などで濃度上昇した時にのみ注入する施設や小規模施設に向いている。注入効果を発揮するためには、接触時間の確保に努めるほか、活性炭の孔径や原材料の検討が必要である。

イ 粒状活性炭処理

粒状活性炭槽に通水することで、吸着作用が働いて、トリクロロエチレンなどの有機塩素化合物、消毒副生成物、かび臭などが除去される。粒状活性炭処理の前に消毒剤を注入しない処理フローの場合、粒状活性炭層内に生物が繁殖して浄化作用が生まれ、粒状活性炭の寿命が長くなる(生物活性炭処理)。この生物活性炭処理により、消毒副生成物前駆物質、かび臭、アンモニア態窒素などが処理される。

粒状活性炭は、年間を通じて処理を必要とする水源や、汚染の進んだ水源を原水とする場合に向いているが、生物活動に依存する場合、低水温に弱く、粉末活性炭処理よりコストがかかる。

ウ オゾン処理

難分解性の有機物(かび臭や消毒副生成物前駆物質など)をオゾンで酸化分解する方法であり、後段に生物粒状活性炭処理を組み合わせることで、かなりの水質向上が期待できる。さらに低水温ほど処理性が良いために互いの欠点を補うことが出来る。

粒状活性炭処理よりも処理性は高いがコストも高い。また、オゾン処理によって生成する臭素酸を低減するために、後段の粒状活性炭処理に負荷を掛ける設計が主流になってきている。

(8) 浄水池

ア 病原生物の不活性化

浄水池で病原性微生物やウィルスを確実に不活性化するため、残留塩素濃度を維持して接触時間を取る。浄水池を省略している場合は、早い段階で高濃度の消毒剤と接触させるか、または配水池の貯水量を維持するようにする。

イ 水質の緩衝

浄水処理の不具合に対しての最後の砦となり、導流壁を設置することで不具合に対しての耐性が高まる。浄水池を省略する場合は、浄水処理施設の能力に余裕を持たせて、水質計器による監視体制を相当に強化する必要がある。

ウ 水量の緩衝

浄水量と配水池への送水量の不均衡を緩和する。浄水池の水位に連動させて、浄水施設全体の運転停止を繰り返す施設があるが、急速ろ過方式の場合は、流量の急変が起こりやすく、緩速ろ過方式の場合は、流量の急変とともに、生物ろ過膜への栄養補給が断続的に起こることになるので、見直しが必要である。

表2 主な浄水施設一覧

令和6年3月現在

浄水施設	給水地区	計画 浄水量 (m ³ /日)	原水	原水種別	クリプト RL	浄水方法	クリプト 対策
門入浄水場	さぬき市	1,500	門入ダム	ダム直接取水	4	急速ろ過	済
石神浄水場	さぬき市	2,500	前山ダム	ダム直接取水	4	急速ろ過	済
川股浄水場	東かがわ市	6,000	千足ダム 千足川水源	ダム放流水 河川伏流水	4	急速ろ過	済
入野山浄水場	東かがわ市	3,000	入野山水源	河川表流水	4	急速ろ過	済
水主浄水場	東かがわ市	5,000	大内ダム	ダム放流水	4	急速ろ過	済
藤井浄水所	東かがわ市	2,950	藤井水源	浅層地下水	3	塩素消毒のみ	整備中
肥土山浄水場	土庄町	5,231	肥土山水源 殿川ダム 吉田ダム	河川表流水 ダム直接取水 ダム直接取水	4	急速ろ過	済
琴塚浄水場	土庄町	1,100	琴塚水源	河川表流水	4	急速ろ過	済
中山浄水場	小豆島町	3,000	殿川ダム 吉田ダム	ダム直接取水 ダム直接取水	4	急速ろ過	済
内海浄水場	小豆島町	7,200	内海ダム 粟地ダム 吉田川砂防ダム 吉田ダム	ダム直接取水 ダム直接取水 ダム放流水 ダム直接取水	4	急速ろ過	済
御殿浄水場	高松市	27,000	香東川伏流水 御殿貯水池 本津川表流水 奥の池	河川伏流水 湖沼水 河川表流水 湖沼水	4	急速ろ過 緩速ろ過	済
浅野浄水場	高松市	40,300	香東川表流水 花川ダム	河川表流水 ダム放流水	4	急速ろ過 緩速ろ過	済

川添浄水場	高松市	30,000	春日川表流水	河川表流水	4	急速ろ過	済
後川浄水場	高松市	1,520	後川表流水 栴川ダム	河川表流水	4	急速ろ過	済
一ツ内浄水場	高松市	424	物井川砂防ダム	ダム直接取水	4	急速ろ過	済
堂ヶ平浄水場	三木町	70	浦谷川砂防ダム	ダム放流水	4	緩速ろ過	済
綾南浄水場	綾川町	6,000	上川原水源 羽床上水源	河川伏流水 浅層地下水	3	急速ろ過	済
羽床浄水所	綾川町	2,750	羽床第1水源 羽床第2水源 羽床第3水源	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水	3	紫外線照射	済
丸亀市浄水場	丸亀市	19,200	金倉川表流水 丸亀場内深井戸 上池1号深井戸 荒井水源1号深井戸 荒井水源2号深井戸	河川表流水 深層地下水 深層地下水 深層地下水 深層地下水	4	急速ろ過	済
清水浄水場	丸亀市	8,330	土器川伏流水 清水場内浅井戸	河川伏流水 浅層地下水	3	緩速ろ過	済
金倉浄水場	丸亀市	3,080	川西浅井戸 金倉場内浅井戸	浅層地下水 浅層地下水	3	緩速ろ過	済
鴨川浄水場	坂出市	14,000	綾川伏流水	河川伏流水	3	急速ろ過 緩速ろ過	済
善通寺市浄水場	善通寺市	12,100	生野水源 川西井戸 第1水源 第2水源 第2-2水源 第3水源 中川原井戸	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水	3	急速ろ過	済
五条浄水場	琴平町	3,850	堀池水源 川向第2水源	浅層地下水 浅層地下水	3	急速ろ過	済
平瀬浄水場	多度津町	8,900	大木浅井戸 小塚浅井戸 法泉寺浅井戸 二条川浅井戸 宮ノ前浅井戸 平瀬浅井戸	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水	3	膜ろ過	済

高屋原浄水場	まんのう町	4,400	金倉川表流水 照井水源 照井第2水源	河川表流水 浅層地下水 浅層地下水	4	急速ろ過	済
野口浄水場	まんのう町	2,222	地藏前水源	河川表流水	4	急速ろ過	済
茂木浄水場	観音寺市	14,130	茂木第1水源 茂木第2水源 雑古屋第1水源 雑古屋第2水源 雑古屋第3水源 乙井水源 新丸山水源	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水	3	急速ろ過(直接)	済
樋盤浄水場	三豊市	5,220	樋盤水源 長瀬水源 1号浅井戸 2号浅井戸 3号浅井戸	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水	3	急速ろ過	済
豊中町浄水場	三豊市	8,424	第1水源浅井戸 第2水源浅井戸 第3水源浅井戸 地味田水源浅井戸 第4水源浅井戸 第4水源深井戸	浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 浅層地下水 深層地下水	3	急速ろ過(直接)	済
西部浄水場	観音寺市 三豊市	43,800	吉野川表流水	河川表流水	4	急速ろ過	済
中部浄水場	丸亀市 善通寺市 宇多津町 琴平町 多度津町	27,100	吉野川表流水	河川表流水	4	急速ろ過	済
綾川浄水場	高松市 丸亀市 坂出市 宇多津町	76,100	吉野川表流水	河川表流水	4	急速ろ過	済

東部浄水場	高松市 三木町 綾川町 さぬき市 東かがわ市	102,100	吉野川表流水	河川表流水	4	急速ろ過	済
-------	------------------------------------	---------	--------	-------	---	------	---

6 送水施設及び配水施設

(1) ポンプ設備

配水池まで水道水を揚水するための設備

(2) 消毒設備

滞留しやすい小配水系統の場合、ポンプ設備に併設する場合がある。このとき、塩素酸対策として、5（6）オの取り組みのほか、低濃度次亜塩素酸ナトリウムを採用するなど、消毒剤中の塩素酸生成を防止する。

また、高温期に限り再消毒している箇所については、期間中に薬品を使い切らなければならない。

(3) 配水池

ア 水圧・水量の確保

給水栓での水圧が 0.15MPa 以上確保できるように、給水地域に対して高い位置に設置して位置エネルギーを与えている。また、時間帯ごとの需給ギャップを調整し、漏水等の管路事故の対応時間や消火用水の確保のため、設計上 1 日計画水量の半分の容量を確保することとされている。

イ 滞留による水質への影響

滞留時間が長くなると残留塩素が低下し、消毒副生成物の生成が進むので、配水量の需給ギャップとその他必要な量を正しく見積もり、貯水量を適正に設定する。

ウ 水槽底部への堆積物

長期間の使用で水道水からの析出物や錆がたまり、コンクリートの配水池では水道水による腐食で内壁が剥がれ落ちたものが堆積する。これらを放置しておく、濁りや異物として流出するだけでなく、ステンレスの配水池では、もらい錆の原因となるので定期的に清掃する。

清掃に断水を伴う施設については、ロボット又はダイバーによる不断水清掃を行う。

(4) 配水管

ア 水圧・水量の確保

給水栓での水圧が 0.15MPa 以上確保できるように、管網計算の下で敷設されている。管径が過小な場合や、錆こぶなどで断面が縮小している場合は、特異的に流量が増えたときに、錆の剥離や、負圧の発生による埋設土壤中から汚染物質の吸い込みのおそれがある。管径が過大な場合は、配水管末端までの流達時間が延びることにより水質が悪化する。

イ 滞留による水質への影響

滞留時間が長くなると残留塩素が低下し、消毒副生成物の生成が進むので、末端で放水して水質を維持する。長期的には適切な管径にダウンサイジングする必要がある。

水道法施行規則第 17 条により、給水栓において残留塩素が 0.1mg/L 以上保持することが義務付けられている。また、地震発生後など病原生物に著しく汚染されるおそれがある場合などでは、水の遊離残留塩素を 0.2mg/L 以上にすることになっている。

残留塩素を維持することで、細菌などの再増殖によるバイオフィーム形成を妨害することができる。バイオフィーム内に、細菌、ウイルス、アメーバなどが入り込むと消毒剤からの攻撃に対して保護される。

ウ 腐食による水質への影響

腐食性の高い水を長期間通水すると、錆こぶが形成されて、これが消火活動などの流量急変時に剥離することがある。また、管内面を保護するモルタルライニングの中性化が進行して防食作用が徐々に失われるだけでなく、溶出するカルシウム分の影響で水道水の pH 値が上昇し、消毒剤の効果が低下する。

7 給水施設

(1) 貯水槽水道

水道事業者から供給を受けた水道水を一旦受水槽に受けた後、建物の利用者に飲み水として供給する施設の総称（専用水道を除く）をいう。設置者の清掃や点検などの十分な管理がなされず、管理の不徹底に起因する衛生問題（藻類発生による生臭さ・異臭味、滞留による水質劣化等）が発生する可能性がある。

(2) 誤接続(クロスコネクション)

当該給水装置以外の水道管その他の設備に直接連結されること。

クロスコネクションは、双方の水圧状況によって給水装置内に、工業用水、排水、薬品、井戸水等が逆流するとともに、配水管を經由して他の利用者に影響が及ぶことがある非常に危険な配管である。安全な水道水を確保するため、給水装置と当該給水装置以外の水管その他の設備とは仕切弁、逆止弁を設置しても、また、一時的な仮設であってもこれを直接接続することは、決して行ってはならない。

(3) 鉛製給水管

過去に認められていた給水装置用の材料であり、鉛製給水管中に水が長時間滞留した場合等には、鉛製給水管からの鉛の溶出により水道水の鉛濃度が水質基準を超過するおそれがあることも否定できない。

8 定期水質検査

(1) 法定検査

ア 毎日検査

県内給水栓 187 箇所(令和 6 年度水質検査計画)で、色・濁り・消毒の残留効果について、毎日検査を行っている。協力者や施設運転管理者による検査のほか、一部の地点では水質自動監視装置を使用している。



図 4 水質自動監視装置

イ 毎月検査

県内給水栓 81 箇所(令和 6 年度水質検査計画)で、水質基準 51 項目について、法定回数以上検査している。また、水安全計画策定に当たり実施した危害分析の結果も踏まえながら、必要な地点においては、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩素酸、トリハロメタン類、ハロ酢酸類について、法定回数より上乗せして検査を行っている。



図 5 水質検査機器(ICP-MS)

(2) 法定外検査

ア 水源水質検査及び浄水水質検査

県内浄水施設は、複数の水源を組み合わせて取水していることが多いので、水源別に年 4 回の水質基準全項目検査(45 項目)を実施している。また、配水管内で他の浄水施設で処理された水道水と混合されることから、水質異常時の原因浄水施設特定のため、4(2)ア及びイに対応する施設の浄水も年 4 回の水質基準全項目検査(51 項目)を実施している。

これらの検査時期は、関係する給水栓において、水質基準全項目検査(51 項目)を行う時期に合わせて実施し、水源から末端までの水質変化を監視している。

イ 水質管理目標設定項目

給水栓、水源、浄水において、全項目検査を行うときに合わせて、水質管理目標設定項目のうち、選定した項目の検査を行っている。また、農薬類については、水道原水取水地点より上流に、農地やゴルフ場がある河川を対象にして、農繁期を通じた監視を目的として検査を行っている。

ウ クリプトスポリジウム等

すべての水源について、クリプトスポリジウム等指標菌(大腸菌及び嫌気性芽胞菌)の検査を年 4 回行っている。また、過去に指標菌が一度も検出されたことのない被圧地下水(深井戸)を除き、クリプトスポリジウム等の検査を年 4 回行っている。

4(2)ウに該当する水源のうち、消毒のみで配水しているものについては、指標菌の検出実績に関わらず、指標菌の検査を追加し、12 回としている。

(3) 水質検査の精度と信頼性の確保

企業団では、水道水の安全性を確実に保証するため、水質管理課に高度な分析機器を整備するとともに、専門知識を有した職員を配置するなど、検査体制の充実・強化を図っている。

また、水質検査の精度と信頼性を確保する目的で、「水道水質検査優良試験所規範（水道 GLP）」の認定を取得している。



JWWA-GLP044

図6 水道 GLP 認定

9 危害分析

(1) 危害原因事象の特定

収集、抽出した資料を評価するとともに、浄水場運転の中で経験した危害原因事象についてヒアリングを行った結果に基づき、危害原因事象を表3で整理した。また、浄水施設固有の事象については、個別に分析した。

表3 危害原因事象一覧

地点	危害原因事象	関係水質項目
水源	湖沼水源の富栄養化による pH 上昇 河川水源の日中の pH 上昇 原水水質の急激な変化 廃棄物処理施設からの流出 水濁法特定施設等からの流出 化学肥料による汚染 畜産排水による汚染 農薬による汚染 地質によるもの 酸素濃度低下による底質からの溶出 鉄細菌の繁殖 臭気(原因藻類、菌の繁殖) 油の流出 水質悪化による塩素要求量増加 水質悪化による前駆物質の増加 廃棄物処理施設から浄水処理困難物質の流出	pH、クリプト等 pH、クリプト等 pH、クリプト等 重金属、VOC 等 重金属、VOC 等 硝酸態窒素 クリプト、硝酸態窒素 農薬類 鉄、マンガン、ヒ素、フッ素等 鉄、マンガン 濁度、色度 かび臭、臭気等 臭気、味 残留塩素消失、塩素酸、臭素酸 消毒副生成物 消毒副生成物
天候	降雨による原水高濁度 降雨による pH、アルカリ度低下 冬季の水温低下による凝集不良 少雨に伴う水量減少による汚染源の影響増 高温による反応・分解促進 配水量減による流達時間延長(濁水) 高温による消毒剤消費量の増大	クリプト、濁度(ろ過を行わない施設) pH、クリプト等 クリプト 残留塩素消失、塩素酸、消毒副生成物 残留塩素消失、塩素酸、消毒副生成物 消毒副生成物 残留塩素消失
薬品	消毒剤の品質が悪い	塩素酸、臭素酸
浄水(共通)	性状の悪い洗浄水等が還元 停電による浄水処理の中断 急激な流量変更操作 沈殿池の排泥不足 施設上の不備がある 計装設備の保守不良 設備の突発的な故障 水源の選択取水のミス 消毒剤注入量の過不足 消毒剤注入不足による酸化不足	残留塩素消失、クリプト等 残留塩素消失、クリプト等 クリプト等 残留塩素消失、クリプト、かび臭等 残留塩素消失、クリプト、かび臭等 残留塩素消失、クリプト等 残留塩素消失、クリプト等 硝酸態窒素、消毒副生成物、かび臭 残留塩素消失、消毒副生成物、かび臭 鉄、マンガン

	<p>消毒剤注入設備の故障</p> <p>消毒剤保管環境による劣化</p> <p>消毒剤貯蔵タンクの清掃不足</p> <p>消毒剤の過剰貯留</p>	<p>残留塩素消失</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p>
<p>浄水</p> <p>(急速ろ過)</p>	<p>凝集剤注入量の過不足</p> <p>pH調整剤注入量の過不足</p> <p>混和池、フロック形成池での攪拌不足</p> <p>ろ過池洗浄間隔が長すぎる</p> <p>ろ過池洗浄方法が適切でない</p> <p>捨水時間が適切でない</p> <p>洗浄水の不足</p> <p>ろ過砂の入替ができていない</p>	<p>クリプト</p> <p>pH、クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p>
<p>浄水</p> <p>(緩速ろ過)</p>	<p>水源の切り替え（生物ろ過膜の破損）</p> <p>長期間ろ過継続</p> <p>ろ過膜が形成されないまま通水</p> <p>ろ過砂洗浄方法が適切でない</p> <p>ろ過砂層厚が適切でない</p>	<p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p>
<p>浄水</p> <p>(紫外線照射)</p>	<p>ランプスリーブへの汚れの付着</p> <p>紫外線ランプの故障</p> <p>原水濁度の濁り</p>	<p>クリプト</p> <p>クリプト</p> <p>クリプト</p>
<p>浄水</p> <p>(膜ろ過)</p>	<p>膜モジュールの劣化</p> <p>膜破断の発生</p>	<p>クリプト</p> <p>クリプト</p>
<p>浄水</p> <p>(高度処理)</p>	<p>粉末活性炭の注入不足</p> <p>オゾンの注入不足</p> <p>オゾンの過注入</p> <p>粒状活性炭の洗浄不足</p> <p>粒状活性炭の劣化</p>	<p>消毒副生成物、かび臭</p> <p>消毒副生成物、かび臭</p> <p>臭素酸</p> <p>消毒副生成物、かび臭</p> <p>消毒副生成物、かび臭</p>
<p>浄水池、ポンプ場及び配水池</p>	<p>配水池での過剰貯留</p> <p>消毒剤保管環境による劣化</p> <p>消毒剤貯蔵タンクの清掃不足</p> <p>消毒剤の過剰貯留</p> <p>配水池の清掃不足</p>	<p>残留塩素消失、消毒副生成物</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p> <p>残留塩素消失、塩素酸</p> <p>残留塩素消失、濁度、色度</p>
<p>配水管</p>	<p>滞留する地域の調査不足</p> <p>配水管末端放水量の不足</p> <p>過大な配水管口径</p> <p>水道管内部から錆が剥離</p> <p>モルタルライニングからのアルカリ分溶出</p>	<p>残留塩素消失、消毒副生成物</p> <p>残留塩素消失、消毒副生成物</p> <p>残留塩素消失、消毒副生成物</p> <p>鉄、濁度、色度</p> <p>pH</p>
<p>給水</p>	<p>貯水槽での過剰貯留</p> <p>貯水槽の清掃不足</p> <p>水道管内部から錆が剥離</p> <p>鉛管の使用</p> <p>クロスコネクション</p>	<p>残留塩素消失、消毒副生成物</p> <p>残留塩素消失、濁度</p> <p>鉄</p> <p>鉛</p> <p>残留塩素消失、濁度、クリプト</p>
<p>テロ</p>	<p>浄水・配水施設へ投入</p>	<p>シアン、重金属、VOC等</p>

(2) 危害分析方法

リスクの大きさをなるべく定量的に評価するために、各危害原因事象について、発生頻度と影響程度を算定し、次のリスクレベル設定マトリックスを用いて、リスクレベルを評価した。

表4 リスクレベル設定マトリックス

				危害原因事象の影響程度				
				取るに足らない	考慮を要す	やや重大	重大	甚大
				a	b	c	d	e
発生頻度	頻繁に起こる	毎月	E	1	4	4	5	5
	起こりやすい	1回/数ヶ月	D	1	3	4	5	5
	やや起こりやすい	1回/1~3年	C	1	1	3	4	5
	起こりにくい	1回/3~10年	B	1	1	2	3	5
	めったに起こらない	1回/10年以上	A	1	1	1	2	5

表5 影響程度のカテゴリ

分類	内容	影響程度	
		(1) 健康に関する項目	(2) 性状に関する項目
a	取るに足らない	危害時想定濃度が水質基準値の 1/10 以下	危害時想定濃度が水質基準適合
b	考慮を要す	危害時想定濃度が水質基準値の 1/10 を超え、水質基準値以下	pH、アルミニウムなどの苦情の出にくい項目について、水質基準不適合を想定するもの
c	やや重大	短期的な水質基準超過の水道水摂取がある程度許容される項目について、危害時想定濃度が水質基準値を超過するもの	かび臭、濁度など苦情の出やすい項目について、水質基準不適合を想定するもの
d	重大	<ul style="list-style-type: none"> 短期的な水質基準超過の水道水摂取がある程度許容される項目について、危害時想定濃度が小児に関する亜急性参照値を超過するもの 病原性生物に関するものを除き、短期的な水質基準超過の水道水摂取が許容されない項目(水銀、シアン、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、トリクロロエチレン等)について、危害時想定濃度が水質基準値を超過するもの 	-
e	甚大	水銀、シアンについて、水質基準の大幅超過を想定するもの 残留塩素の消失を想定するもの クリプトスポリジウム等陽性を想定するもの	-

(3) 危害分析結果

浄水系統ごとに危害分析を行い、各危害原因事象の最大のリスクレベルを表6に示す。詳細結果については、別に整理している。また、給水施設及びびテロについては、表7のとおりである。

表6 浄水系統における危害原因事象とリスクレベル評価の最大値

項目	危害原因事象	リスクレベル
クリプトスポリジウム等	湖沼水源の富栄養化による pH 上昇	5
	河川水源の日中の pH 上昇	5
	原水水質の急激な変化	5
	下水道終末処理場がある	5
	農業集落排水がある	5
	浄化槽処理水の流入がある	5
	畜産排水による汚染	5
	降雨による原水高濁度	5
	降雨による pH、アルカリ度低下	5
	冬季の水温低下による凝集不良	5
	性状の悪い洗浄水等が還元	5
	停電による浄水処理の中断	5
	急激な流量変更操作	5
	沈殿池の排泥不足	5
	施設上の不備がある	5
	計装設備の保守不良	5
	設備の突発的な故障	5
	凝集剤注入量の過不足	5
	pH 調整剤注入量の過不足	5
	混和池、フロック形成池での攪拌不足	5
	ろ過池洗浄間隔が長すぎる	5
	ろ過池洗浄方法が適切でない	5
	捨水時間が適切でない	5
	洗浄水の不足	5
	ろ過砂の入替ができていない	5
	水源の切り替え（生物ろ過膜の破損）	5
	長期間ろ過継続	5
	ろ過膜が形成されないまま通水	5
	ろ過砂洗浄方法が適切でない	5
	ろ過砂層厚が適切でない	5
ランプスリーブへの汚れの付着	5	
紫外線ランプの故障	5	
原水濁度の濁り	5	
膜モジュールの劣化	5	
膜破断の発生	5	

残留塩素の消失	水質悪化による塩素要求量増加	5
	高温による反応・分解促進	5
	配水量減による流達時間延長(濁水)	5
	性状の悪い洗浄水等が還元	5
	停電による浄水処理の中断	5
	沈殿池の排泥不足	5
	施設上の不備がある	5
	計装設備の保守不良	5
	設備の突発的な故障	5
	水源の選択取水のミス	5
	消毒剤注入量の過不足	5
	消毒剤注入設備の故障	5
	消毒剤保管環境による劣化	5
	消毒剤貯蔵タンクの清掃不足	5
	消毒剤の過剰貯留	5
	配水池での過剰貯留	5
	消毒剤保管環境による劣化	5
	消毒剤貯蔵タンクの清掃不足	5
	消毒剤の過剰貯留	5
	配水池の清掃不足	5
滞留する地域の調査不足	5	
配水管末端放水量の不足	5	
過大な配水管口径	5	
重金属、揮発性有機物(消毒副生成物除く)	廃棄物処理施設からの流出	2
	水濁法特定施設等からの流出	1
硝酸態窒素	化学肥料による汚染	4
	畜産排水による汚染	4
	少雨に伴う水量減少による汚染源の影響増	3
	水源の選択取水のミス	5
ヒ素、フッ素	地質によるもの	4
消毒副生成物	水質悪化による前駆物質の増加	4
	廃棄物処理施設から浄水処理困難物質の流出	1
	高温	3
	配水量減による流達時間延長(濁水)	2
	水源の選択取水のミス	4
	消毒剤注入量の過注入	4
	粉末活性炭の注入不足	4
	オゾンの注入不足	4
	粒状活性炭の洗浄不足	4
	粒状活性炭の劣化	2
	配水池での過剰貯留	4
	滞留する地域の調査不足	3
	配水管末端放水量の不足	4

	過大な配水管口径	4
	貯水槽での過剰貯留	4
塩素酸	富栄養化(塩素要求量増加)	4
	鉄・マンガンの増加	4
	高温による反応・分解促進	3
	高温による消毒剤消費量の増大	3
	消毒剤の品質が悪い	4
	消毒剤保管環境による劣化	3
	消毒剤貯蔵タンクの清掃不足	4
	消毒剤の過剰貯留	4
臭素酸	消毒剤の品質が悪い	1
	オゾンの過注入	3
農薬類	農作物の栽培	1
	ゴルフ場	1
アルミニウム	地質によるもの	3
	pHの凝集適正範囲の逸脱	3
	凝集剤の過剰注入	3
鉄、マンガン	地質によるもの	4
	酸素濃度低下による底質からの溶出	2
	水源の選択取水のミス	2
	緩速ろ過における溶存酸素の不足	3
	除鉄・除マンガン設備の運転不良	2
	消毒剤注入不足による酸化不足	3
	水道管内部から錆が剥離	3
かび臭、臭気、味	かび臭(原因藻類、菌の繁殖)	4
	生ぐさ臭(原因藻類の繁殖)	3
	藻臭(原因藻類の繁殖)	4
	金気臭(地質によるもの)	1
	硫化水素臭(地質によるもの)	1
	工場からのフェノール流出	1
	ガソリンスタンド等からの油の流出	1
	かび臭(前塩素過剰注入による藻類内部からの臭気放出)	4
	粉末活性炭の注入不足	4
	オゾンの注入不足	3
	粒状活性炭の洗浄不足	3
	粒状活性炭の劣化	3
	塩素臭(消毒剤の過剰注入)	1
	水源の選択取水のミス	3
沈殿池の清掃不足	4	
pH	炭酸等の溶解(pH低)	1
	富栄養化(pH高)	1
	炭酸同化作用による河川水源のpH変化	1
	降水(pH低)	1

	凝集剤注入によるアルカリ度の消費(pH 低)	1
	消毒剤注入(pH 高)	1
	アルカリ剤・酸剤の注入量の過不足	1
	モルタルライニングからのアルカリ分溶出	1
色度	原因藻類の繁殖	1
	鉄細菌の繁殖	4
	原水水質の急激な変化	3
	水源の選択取水のミス	2
	凝集剤の注入不足	1
	水道管内部から錆が剥離	3
濁度	鉄細菌の繁殖	4
	浄水池の清掃不足	3
	配水池の清掃不足	3
	水道管内部から錆が剥離	3

表7 給水施設及びテロにおける危害原因事象とリスクレベル評価

項目	危害原因事象	リスクレベル
給水	貯水槽での過剰貯留(残留塩素)	5
	貯水槽の清掃不足(色度、濁度)	3
	水道管内部から錆が剥離(鉄、色度、濁度)	3
	鉛管の使用(鉛)	3
	クロスコネクション(クリプトスポリジウム等、残留塩素)	5
テロ	浄水・配水施設へ投入(シアン、重金属、VOC等)	5

10 施設改修

水道施設等が危害原因事象に対応できない構造である場合などは、危害が顕在化したときに打つ手がなく、あったとしても、複雑で高度な運転管理（職人的な業務）が要求される。このような場合は、短期的に許容できないリスクとして、速やかに改修事業に着手することとする。

一方で、短期的に許容できるリスクについては、多くの場合、経済的な理由や、更新・統廃合事業に要する人員の制約などにより、すぐには取り組めない。したがって、事業化優先度の決定要素の1つとして、本計画に基づく危害分析結果を活用していくこととする。

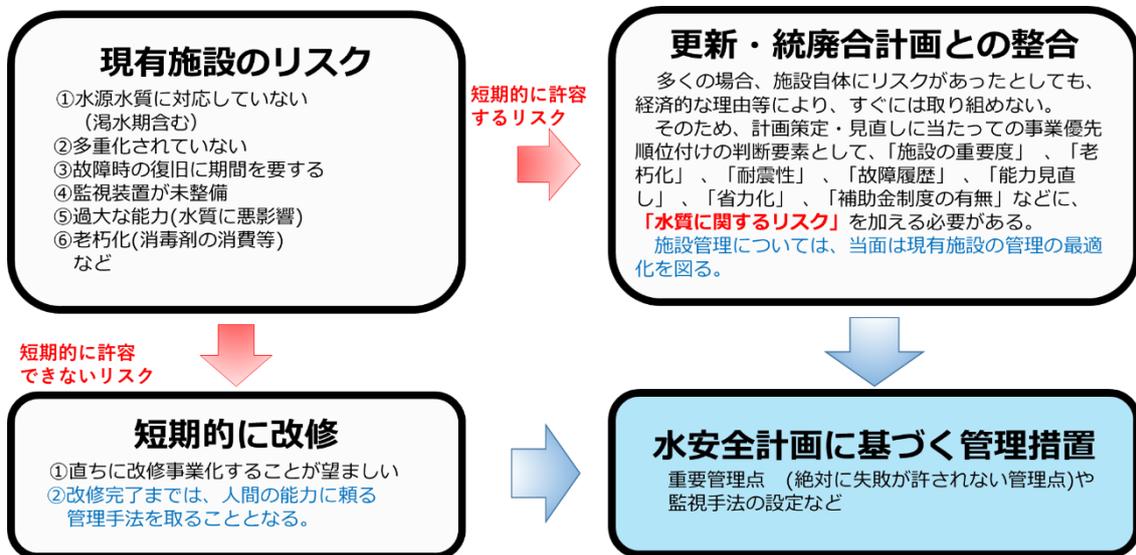


図7 判断フローの図

11 管理措置の設定

(1) 予防措置

分析・抽出した危害原因事象に対して、危害の発生の未然防止、又は発生の兆候を把握するための「予防措置」を設定し、その主な内容を次の表 8 に整理した。

施設の管理者は、取り組みの優先順位を定め、計画的にリスクの低減に取り組むこととする。

表 8 危害原因事象に対応する予防措置

危害原因事象	予防措置
クリプトスポリジウム等・濁度 降雨による原水高濁度	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集剤仮注入率表の作成 ・流域での濁度情報共有 ・濁度ピークカットの準備 ・pH、アルカリ度の監視体制の構築
クリプトスポリジウム等 停電による浄水処理の中断	<ul style="list-style-type: none"> ・自家発電機・停電時導水遮断弁等の整備 ・停電対応訓練
クリプトスポリジウム等 凝集剤注入量の過不足	<ul style="list-style-type: none"> ・実注入量(タンク残量の差し引き)と設定注入量の比較 ・注入率早見表(処理流量-ポンプ設定)作成 ・注入量実測 ・注入管閉塞の予防(注入管の早期交換、凝集剤変更)
クリプトスポリジウム等 畜産排水による汚染 下水処理場等放流水による汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・クリプトスポリジウム等指標菌の検査 ・取水地点上流にある施設の整理
クリプトスポリジウム等 沈殿池の清掃不足	<ul style="list-style-type: none"> ・高速凝集沈殿池の過去の運転記録の整理 ・計画的な排泥処理 ・産廃処分契約の標準化等
クリプトスポリジウム等 施設の不備	<ul style="list-style-type: none"> ・ろ過水濁度計の設置 ・卓上式濁度計の整備 ・個別のろ過池のサンプリング栓設置 ・ろ過池洗浄時の他のろ過池の速度激変緩和 ・間欠運転施設の運転停止時のショック軽減

クリプトスポリジウム等 クロスコネクション	<ul style="list-style-type: none"> ・違反者への適切な対応の徹底
残留塩素 水質悪化による塩素要求量増加 消毒剤注入量の過不足 配水池での過剰貯留 配水管末端放水量の不足	<ul style="list-style-type: none"> ・毎日検査結果のフィードバック ・広域送水管理センターとブロック統括センターの連携 ・企業団と運転管理受託者の連携 ・ブロック統括センター内の浄水部門と管路部門の連携
残留塩素 消毒剤注入量の過不足	<ul style="list-style-type: none"> ・実注入量(タンク残量の差し引き)と設定注入量の比較 ・注入率早見表(処理流量-ポンプ設定)作成 ・添加量実測
残留塩素 滞留する地域の調査不足 過大な配水管口径	<ul style="list-style-type: none"> ・定期的な巡回調査 ・大口利用者の動向について情報共有 ・優先的な配水管更新
残留塩素 貯水槽水道での過剰貯留	<ul style="list-style-type: none"> ・使用量に見合った貯水槽施設設計の要求 ・適正管理の周知
残留塩素 クロスコネクション	<ul style="list-style-type: none"> ・違反者への適切な対応の徹底
重金属、揮発性有機物(消毒副生成物除く) 廃棄物処理施設からの流出 水質汚濁防止法特定施設等からの流出	<ul style="list-style-type: none"> ・水源について浄水と同等の水質検査 ・魚類監視装置の配備 ・パックテストの配備 ・原因物質早期発見の水質検査体制構築
シアン、水銀等 テロ	<ul style="list-style-type: none"> ・侵入対策の徹底 ・魚類監視装置の配備 ・水源パトロールの実施 ・県、高松市との連携 ・パックテストの配備 ・原因物質早期発見の水質検査体制構築
鉛 鉛管の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・鉛管撤去の推進

<p>硝酸態窒素</p> <p>化学肥料による汚染</p> <p>畜産排水による汚染</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高リスク水源について追加の水質検査
<p>消毒副生成物</p> <p>高温による反応促進</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高リスク浄水場について追加の水質検査
<p>消毒副生成物</p> <p>粉末活性炭の注入不足</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 粉末活性炭の材質選定
<p>塩素酸</p> <p>水質悪化による塩素要求量増加</p> <p>高温による消毒剤消費量の増大</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高リスク浄水場について追加の水質検査
<p>塩素酸</p> <p>消毒剤保管環境による劣化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 空調等により20℃以下に冷却
<p>塩素酸</p> <p>消毒剤の品質が悪い</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遠隔地施設など、こまめな補充が困難な施設については、塩素酸対策として、特級品又は低濃度品(6%以下)の消毒剤を積極的に採用する ・ 消毒剤の納入品質検査を行う
<p>鉄</p> <p>水道管内部から錆が剥離</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道管の布設替えの推進 ・ 洗管の実施
<p>かび臭</p> <p>かび臭(原因藻類、菌の繁殖)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高リスク水源について追加の水質検査 ・ かび臭検知トレーニング
<p>かび臭</p> <p>かび臭(粉末活性炭の注入不足)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 粉末活性炭の材質選定
<p>かび臭</p> <p>沈殿池の清掃不足</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定期的な清掃 ・ 汚泥処理能力の確保 ・ 計画的な排泥処理 ・ 産廃処分契約の標準化等
<p>臭気</p> <p>ガソリンスタンド等からの油の流出</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ オイルフェンス、オイル吸着マットの備蓄 ・ 環境部局(県、高松市)、消防等との連携
<p>pH</p> <p>モルタルライニングからのアルカリ分溶出</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道管の布設替えの推進

(2) 重要管理点の設定

水質について危害を発生させないために、絶対に失敗することができない箇所を特定し、「重要管理点」及び「管理基準」を設定した。危害を直接的に除去又は軽減するための「直接措置」と合わせて、主な内容を次の表9で整理した。

表9 重要管理点別の管理基準及び直接措置

重要管理点	管理基準及び直接措置
取水	<p>① 原水高濁度時にはピークカット停止すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 各浄水場の能力を勘案して、停止濁度を定めること。 <p>② 最低処理流量を維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 水流エネルギーにより薬品を攪拌している施設は、各浄水場で最低処理流量を定めること。 自然平衡型急速ろ過池(グリーンリーフ)など、ろ過水を自己洗浄用水として使用するとき、処理流量が洗浄流量を下回らないように、各浄水場で最低処理流量を定めること。 <p>③ 停電時に浄水処理が継続できない施設は取水停止すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 自然流下で取水している浄水場、場外ポンプ場のみが通電維持され停電した浄水場において、自家発電機がないとき、又は動作しないときは、取水を停止すること。 <p>※バッテリー付き薬品注入ポンプを保有するなど、追加の対策をとることも検討する。</p> <p>④ 消毒のみを行う浄水所において、水質悪化時には取水停止等の措置をとること。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">原水でクリプトスポリジウム等が検出された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替の配水系統がある場合は、浄水所停止とする。 代替の水源がある場合は、水質を確認して水源を切り替える。 代替の配水系統がない場合は、摂取制限の広報を行いながら、給水継続するかどうか判断する。 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">原水で濁度、クリプトスポリジウム等指標菌数が大幅に増加した場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 原水で濁度、クリプトスポリジウム等指標菌数が大幅に増加した場合に、クリプトスポリジウム等の陰性が確認できていない場合は、クリプトスポリジウム等の検査を行い、陽性であったときは上記対応をとる。

⑤ 紫外線を照射している浄水所において、水質悪化時には取水停止等の措置を取ること。

原水で濁度2度又は色度5度を超過した場合

- ・代替の配水系統がある場合は、**浄水所停止とする。**
- ・代替の水源がある場合は、水質を確認して水源を切り替える。
- ・代替の配水系統がない場合は、摂取制限の広報を行いながら、給水継続するかどうか判断する。

⑥ 給水栓の硝酸態窒素の濃度を7mg/L以下に維持するために、水源の選択をすること。

浄水処理で軽減できず、他の配水系統で希釈もできない施設

- ・各水源の濃度を把握し、取水量を勘案した加重平均濃度を7mg/L以下に維持すること。

浄水処理又は他の配水系統との混合で軽減できる施設

- ・他の配水系統との希釈効果を勘案して、管理目標を定めること。

浄水処理で軽減できる施設

- ・給水栓での浄水濃度が7mg/Lを上回らないように、施設能力や他の配水系統との希釈効果を勘案して、取水時の管理目標を定めること。

⑦ 給水栓の消毒副生成物の濃度を低減するために、水源の選択をすること。

- ・原水のTOC濃度、消毒副生成物生性能、他の配水系統との希釈効果を勘案しながら、水源の選択が可能な浄水場において実施する。

給水栓での管理基準は次のとおりとする。

クロロホルム	0.042mg/L以下に維持すること。
ジブromクロロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。
ブromジクロロメタン	0.021mg/L以下に維持すること。
ブromホルム	0.063mg/L以下に維持すること。
総トリハロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。
クロロ酢酸	0.014mg/L以下に維持すること。
ジクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。
トリクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。
ホルムアルデヒド	0.040mg/L以下に維持すること。
塩化シアン	0.005mg/L以下に維持すること。

⑧ 給水栓の塩素酸の濃度を0.40mg/L以下に維持するために、水源の選択をすること。

・原水のTOC濃度、塩素要求量、他の配水系統との希釈効果を勘案しながら、水源の選択が可能な浄水場において実施する。

⑨ 給水栓のかび臭物質2-MIBの濃度を5ng/L以下、ジェオスミンの濃度を7ng/L以下に維持するために、水源の選択をすること。

浄水処理で軽減できず、他の配水系統で希釈もできない施設

・原因生物からの臭い成分の放出や、浄水場内での発生により、濃度が増加することがあるので、給水栓で濃度が管理基準値以下となるよう、水源水質監視を行うこと。

・浄水場で各水源の臭気検査をし、必要に応じて水質管理課で精密検査すること。

浄水処理又は他の配水系統との混合で軽減できる施設

・給水栓での濃度が管理基準値以下となるよう、施設能力や他の配水系統との希釈効果を勘案して、取水時の管理目標を定めること。

⑩ 給水栓のヒ素の濃度を0.005mg/L以下に維持するために、水源の選択をすること。

・ヒ素については、浄水処理能力を見極めながら取水する。必要ときに、代替水源、代替配水系統があれば切り替える。

⑪ 給水栓のフッ素の濃度を0.56mg/L、ホウ素の濃度を0.7mg/L以下に維持するために、水源の選択をすること。

・対応については、硝酸態窒素のものを準用する。

⑫ 水源において、その他健康に関する項目の水質が悪化した場合に、適切な措置を取ること。

・これらのものは、通常水道の水源で検出されないため、浄水処理で低減できるか分かっていないものが多い。そのため、代替水源、代替配水系統があるときは、給水栓での管理基準を達成できるように切り替える。

・代替手段がない浄水施設では、水質基準超過のおそれがない場合は給水継続し、水質基準超過のおそれがある場合は、給水停止を行うか、又は小児に関する亜急性参照値を勘案して摂取制限の広報を行いながら給水継続するかどうか判断する。

給水栓での管理基準は次のとおりとする。

カドミウム 0.0003mg/L未満に維持すること。

水銀 0.00005mg/L未満に維持すること。

	<p>セレン 0.001mg/L未満に維持すること。</p> <p>鉛 0.001mg/L未満に維持すること。 (水道資機材による濃度増加の場合を除く)</p> <p>六価クロム化合物 0.002mg/L未満に維持すること。 (水道資機材による濃度増加の場合を除く)</p> <p>シアン化物イオン 0.001mg/L未満に維持すること。 (塩化シアンを除く)</p> <p>四塩化炭素 0.0002mg/L未満に維持すること。</p> <p>1,4-ジオキサン 0.005mg/L未満に維持すること。</p> <p>1,2-ジクロロエチレン 0.004mg/L未満に維持すること。</p> <p>ジクロロメタン 0.002mg/L未満に維持すること。</p> <p>テトラクロロエチレン 0.001mg/L未満に維持すること。</p> <p>トリクロロエチレン 0.001mg/L未満に維持すること。</p> <p>ベンゼン 0.001mg/L未満に維持すること。</p> <p>⑬ 水源において、その他性状に関する項目の水質が悪化した場合に、適切な措置を取ること。 浄水処理可能なもの 適正運転に努める。 浄水処理できないもの 代替水源、代替配水系統があるときは、切り替える。 代替手段がない場合は給水を継続しながら、お客さまへ周知する。 給水栓での管理基準は次のとおりとする。 アルミニウム 0.10mg/L以下に維持すること。 鉄 0.15mg/L以下に維持すること。 マンガン 0.01mg/L以下に維持すること。 上記以外の性状に関する項目については、水質基準値以下とすること。</p> <p>⑭ 油、汚濁物質が水源への流出した場合に、適切な措置を取ること。 ・流出量と臭気検査により、取水停止すべきか判断する。可能であれば、他の水源又は配水系統に切り替える。 ・取水停止中は継続的に臭気検査し、取水再開の判断基準とする。</p>
混和池 フロック形成池	<p>① 微小フロックが形成されていることを確認する。また、フロック形成池がある施設については、沈降性の良い性状フロックが形成されているか確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目視点検で、フロックの形成状況、凝集剤の注入状況を確認する。 ・必要に応じて、注入量を実測する。

	<ul style="list-style-type: none"> ・水源の水質が変動した場合、水源を切り替えた場合は、仮注入率表を参考にして凝集剤の注入率を変更し、引き続きジャーテストする。 <p>② 混和池pHを6以上に維持すること。また、凝集剤の性能を勘案し、各浄水場で混和池pHの上限目標を定めること。</p> <p>※高塩基度凝集剤は高pHへの対応力に優れている。</p> <p>酸剤、凝集剤過注入⇒pH低下 アルカリ剤⇒pH上昇</p> <p>無人施設などはpH試験紙(0.3刻みのもの)を活用するなど、簡便な方法を用いてもよい。</p> <p>③ 混和池アルカリ度を監視し、適切な措置を取ること。</p> <p>アルカリ剤注入設備がある施設 アルカリ度は、10mg/L以上を維持すること。</p> <p>アルカリ剤注入設備がない施設 大規模な降雨により、アルカリ度が低下したまま、水源の濁度が下がらず、凝集剤の注入率が高止まりするような場合は、対応について、水質管理課と協議すること。</p> <p>④ 混和池等残留塩素を監視すること。</p> <p>消毒剤を多段注入している施設では、注入の目的に応じた管理目標上下限値を定めること。また、監視地点は、沈殿池出口までの任意の点を設定する。</p> <p>注入の目的には次のようなものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア態窒素を処理して、後段処理を安定化させる。 ・鉄、マンガンを酸化して除去できる形態にする。 ・沈殿池の衛生確保 ・沈殿池、緩速ろ過池での藻類の過剰繁殖防止 ・かび臭原因物質を体内に含有する生物を破壊して原因物質を放出させ、活性炭への吸着を促す。 ・消毒副生成物対策として、前塩素の注入を最低限とすること。
沈殿池	<p>① 出口濁度については、施設ごとに適切な基準を設定しそれを維持すること(急速ろ過池)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フロックのキャリーオーバーがないことを確認し、必要なときは、凝集剤注入率や、掻き寄せ機の運転設定を見直すこと。 ・無人施設については、巡回時に確認する。 <p>② 出口濁度を10度以下に維持すること。(緩速ろ過池)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可能な施設は濁度管理し、10度以下に維持すること。

	<ul style="list-style-type: none"> ・水源の濁度が高くなったときは、凝集沈殿処理を行うこと。 <p>③ 高速凝集沈殿池の既存フロックの活性を維持しながら、適切に排泥すること。</p> <p>過去の運転記録(流量、濁度、水温が似ているもの)を参考にしながら、1回の排泥流量、排泥時間とともに排泥間隔を、適正に設定すること。</p> <p>④ 沈殿池の清掃、汚泥の排出を定期的に行うこと。</p> <p>汚泥が堆積すると、性能が低下するだけでなく、巻き上げのおそれが発生する。また、導流壁の穴や傾斜板が閉塞すると偏りが起こりやすくなるので、清掃や掻き寄せ機の運転を適正に行うこと。</p>
薬品保存	<p>給水栓の塩素酸の濃度を0.40mg/L以下に維持するために、消毒剤を適切に保存すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設ごとに適正な在庫目標を定めてこまめに補充し、劣化を防止すること。 ・消毒剤を冷却している施設は温度を20℃以下に維持すること。 ・タンクを複数設置している場合は連通させないこと。 ・定期的にタンクの清掃を行うこと。
急速ろ過池	<p>① ろ過水濁度を0.1度以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ろ過速度は緩やかに変更すること。 ・濁度に変化があった場合は、構造上可能であれば、個別のろ過池濁度を計測すること。 ・定期的に洗浄すること。 ・定期的に濁度計を調整すること。 ・ろ過砂の交換記録を保管すること。 <p>② 鉄、マンガン、ヒ素が溶出しないようにろ過水の残留塩素を0.3mg/L以上、可能であれば0.5mg/L以上に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前塩素又は中塩素注入により、鉄、マンガン、ヒ素の溶出を防止すること。 ・オゾン処理等の除鉄・除マンガン設備又は除ヒ素設備を有する浄水施設には適用しない。 ・水源において、鉄、マンガン、ヒ素のいずれも検出されない浄水施設には適用しない。
緩速ろ過池	<p>ろ過水濁度を0.1度以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ろ過速度は緩やかに変更すること。 ・水源を切り替えるときは、混合比を段階的に変化させること。 ・濁度に変化があった場合は、構造上可能であれば、個別のろ過池濁

	<p>度を計測すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定期的にろ過膜を削り取ること。 ・定期的に濁度計を調整すること。 ・定期的に補砂して、砂層厚を確保すること。 																						
紫外線照射	<p>紫外線照射強度を確保すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光の透過面を定期的に清掃すること。 																						
膜ろ過	<p>ろ過水濁度を0.1度以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・膜差圧の変化により膜破断を早期に検知すること。 ・定期的に洗浄すること。 																						
高度処理	<p>① 給水栓のかび臭物質2-MIBの濃度を5ng/L以下、ジオスミンの濃度を7ng/L以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粉末活性炭を適正注入する。 ・粉末活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・オゾンを適切に注入する。 ・粒状活性炭を定期的に交換する。 ・粒状活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・他の配水系統との希釈する場合は、その効果を勘案してよい。 <p>② 給水栓の消毒副生成物の濃度を低減すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粉末活性炭を適正注入する。 ・粉末活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・オゾンを臭素酸の生成に留意しながら適切に注入する。 ・粒状活性炭を定期的に交換する。 ・粒状活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・他の配水系統との希釈する場合は、その効果を勘案してよい。 <p>給水栓での管理基準は次のとおりとする。</p> <table border="0"> <tr> <td>クロロホルム</td> <td>0.042mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ブロモジクロロメタン</td> <td>0.021mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ジブロモクロロメタン</td> <td>0.070mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ブロモホルム</td> <td>0.063mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>総トリハロメタン</td> <td>0.070mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>クロロ酢酸</td> <td>0.014mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ジクロロ酢酸</td> <td>0.021mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>トリクロロ酢酸</td> <td>0.021mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ホルムアルデヒド</td> <td>0.040mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>塩化シアン</td> <td>0.005mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>臭素酸</td> <td>0.005mg/L以下に維持すること。</td> </tr> </table>	クロロホルム	0.042mg/L以下に維持すること。	ブロモジクロロメタン	0.021mg/L以下に維持すること。	ジブロモクロロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。	ブロモホルム	0.063mg/L以下に維持すること。	総トリハロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。	クロロ酢酸	0.014mg/L以下に維持すること。	ジクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。	トリクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。	ホルムアルデヒド	0.040mg/L以下に維持すること。	塩化シアン	0.005mg/L以下に維持すること。	臭素酸	0.005mg/L以下に維持すること。
クロロホルム	0.042mg/L以下に維持すること。																						
ブロモジクロロメタン	0.021mg/L以下に維持すること。																						
ジブロモクロロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。																						
ブロモホルム	0.063mg/L以下に維持すること。																						
総トリハロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。																						
クロロ酢酸	0.014mg/L以下に維持すること。																						
ジクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。																						
トリクロロ酢酸	0.021mg/L以下に維持すること。																						
ホルムアルデヒド	0.040mg/L以下に維持すること。																						
塩化シアン	0.005mg/L以下に維持すること。																						
臭素酸	0.005mg/L以下に維持すること。																						

	<p>③ 給水栓のTOCの濃度を3mg/L以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粉末活性炭を適正注入する。 ・粉末活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・オゾンを適切に注入する。 ・粒状活性炭を定期的に交換する。 ・粒状活性炭の材質、粒径等を適切に選択する。 ・他の配水系統との希釈する場合は、その効果を勘案してよい。 <p>④ 給水栓の臭素酸の濃度を0.005mg/L以下に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オゾンの過剰注入を防止する。 												
浄水池	<p>① 給水栓の残留塩素の濃度を0.1mg/L以上1.0mg/L以下に維持するために、浄水池、配水池等に残留塩素の中間管理地点を設定し、随時目標を見直すこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水温、水質、末端までの流達時間を勘案して中間目標を設定し、消毒剤を適正注入すること。 ・消毒剤との接触時間が不足する浄水施設については、1.0mg/L以下とする管理基準は適用しない。 ・給水栓までの経路において残留塩素の消費が著しい状況となったときは、1.0mg/L以下とする管理基準は適用しない。 <p>② 沈殿物の漏出を防止すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浄水池の清掃記録を保管すること。 ・1槽しかない施設については、点検頻度を増し、必要に応じて、水中カメラ調査等の特段の措置を取ること。 												
ポンプ場及び配水池	<p>① 給水栓の残留塩素の濃度を0.1mg/L以上に維持すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消防用水を確保した上で、需要に応じた貯水設定を行い、滞留時間を短縮すること。 <p>② 給水栓の消毒副生成物の濃度を低減すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消防用水を確保した上で、需要に応じた貯水設定を行い、滞留時間を短縮すること。 <p>給水栓での管理基準は次のとおりとする。</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">クロロホルム</td> <td>0.042mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ブロモジクロロメタン</td> <td>0.021mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ジブロモクロロメタン</td> <td>0.070mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>ブromoホルム</td> <td>0.063mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>総トリハロメタン</td> <td>0.070mg/L以下に維持すること。</td> </tr> <tr> <td>クロロ酢酸</td> <td>0.014mg/L以下に維持すること。</td> </tr> </table>	クロロホルム	0.042mg/L以下に維持すること。	ブロモジクロロメタン	0.021mg/L以下に維持すること。	ジブロモクロロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。	ブromoホルム	0.063mg/L以下に維持すること。	総トリハロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。	クロロ酢酸	0.014mg/L以下に維持すること。
クロロホルム	0.042mg/L以下に維持すること。												
ブロモジクロロメタン	0.021mg/L以下に維持すること。												
ジブロモクロロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。												
ブromoホルム	0.063mg/L以下に維持すること。												
総トリハロメタン	0.070mg/L以下に維持すること。												
クロロ酢酸	0.014mg/L以下に維持すること。												

	<p>ジクロロ酢酸 0.021mg/L以下に維持すること。 トリクロロ酢酸 0.021mg/L以下に維持すること。 ホルムアルデヒド 0.040 mg/L以下に維持すること。 塩化シアン 0.005 mg/L以下に維持すること。</p> <p>③ 給水栓の塩素酸の濃度を0.40mg/L以下に維持すること。 ・施設ごとに適正な在庫目標を定めてこまめに補充し、劣化を防止すること。 ・消毒剤を冷却している施設は温度を20℃以下に維持すること。 ・タンクを複数設置している場合は連通させないこと。 ・定期的にタンクの清掃を行うこと。 ・高温期のみの稼働設備においては、残液が発生しないようにする。 ・消防用水を確保した上で、需要に応じた貯水設定を行い、滞留時間を短縮すること。</p> <p>④ 沈殿物の漏出を防止すること。 ・ポンプ場及び配水池の清掃記録を保管すること。 ・1層しかない施設については、点検頻度を増し、必要に応じて、水中カメラ調査等の特段の措置を取ること。</p>
配水管	<p>① 給水栓の残留塩素の濃度を0.1mg/L以上に維持すること。 ・滞留箇所で放水すること。</p> <p>② 給水栓の消毒副生成物の濃度を低減すること。 ・滞留箇所で放水すること。 給水栓での管理基準は、次のとおりとする。</p> <p>クロロホルム 0.042mg/L以下に維持すること。 ブロモジクロロメタン 0.021mg/L以下に維持すること。 ジブロモクロロメタン 0.070mg/L以下に維持すること。 ブロモホルム 0.063mg/L以下に維持すること。 総トリハロメタン 0.070mg/L以下に維持すること。 クロロ酢酸 0.014mg/L以下に維持すること。 ジクロロ酢酸 0.021mg/L以下に維持すること。 トリクロロ酢酸 0.021mg/L以下に維持すること。 ホルムアルデヒド 0.040mg/L以下に維持すること。 塩化シアン 0.005mg/L以下に維持すること。</p> <p>③ 給水栓の塩素酸の濃度を0.40mg/L以下に維持すること。 ・滞留箇所で放水すること。</p>

12 本計画の施行

施行日：令和6年4月1日

13 管理マニュアルの整備

本計画に基づき、標準管理マニュアルを作成するので、これに沿った運転管理を行うものとする。また、施設の管理者は、施設の評価を評価し、施設ごとに定めることとしている管理目標を設定するとともに、直接措置の内容を具体化した個別管理マニュアルを整備する。

媒体については、紙資料のほか、写真、動画等を積極的に活用すること。

14 管理基準逸脱時の対応

(1) 管理基準逸脱時の措置

管理基準を逸脱したときは、速やかに概要を企業団内で共有して、情報の錯綜を防止し、確実な初動対応が取れるようにすること。また、同様事案の再発を防止するために、原因を調査・分析し、取り得る予防措置と直接措置について、多面的に検討すること。

(2) 事故報告

重大な事案が発生したとき、ブロック統括センター、又は広域送水管理センター(以下「ブロック統括センター等」という。)の水道技術管理補助者は、別に定められている手順に基づき連絡するものとする。重大な事案とは、次の事象が発生し、水道技術管理者が給水停止の判断を行う状況に至ったときのことをいう。

- ・浄水の残留塩素が0.1mg/Lを下回ったとき
- ・健康に関する水質基準のうち、一般細菌、大腸菌、シアン化物イオン及び塩化シアン、水銀及びその化合物、鉛及びその化合物(原因が鉛製給水管であることが明らかな場合を除く)、ヒ素及びその化合物、六価クロム化合物、ホウ素及びその化合物、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、トリクロロエチレンのいずれかが、水質基準不適合となったとき(表11)
- ・健康に関する水質基準のうち、上記項目を除いた項目(以下「表10の水質項目」という。)について、基準超過が長期間継続することが明らかになったとき、又は表10の水質項目の濃度が小児に関する亜急性参照値を超過したとき
- ・浄水でクリプトスポリジウム等が検出されたとき
- ・利水上において相当の障害が発生したとき(残留塩素が目標値の1mg/Lを大きく超過したときなど。なお、浄水施設と近い監視地点については、1mg/Lを超過することを許容する。)
- ・その他健康被害に直結する事象が発生したとき

(3) 摂取制限を伴う給水継続

表10の水質項目について、水質基準を超過し、小児に関する亜急性参照値に達していないとき、又は、浄水でクリプトスポリジウム等が検出されたときに、給水停止したときの社会的影響を勘案して、摂取制限を伴う給水継続を行う場合がある。

表10 小児に関する亜急性参照値(水質基準値より亜急性参照値が大きい項目)

水質項目	水質基準値(mg/L)	亜急性参照値(小児)(mg/L)
カドミウム及びその化合物	0.003	0.01
セレン及びその化合物	0.01	0.04
四塩化炭素	0.002	0.07
1,4-ジオキサン	0.05	0.2
シス-1,2-ジクロロエチレン及び トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	2
ジクロロメタン	0.02	0.6
テトラクロロエチレン	0.01	0.04
ベンゼン	0.01	0.04
塩素酸	0.6	3
クロロ酢酸	0.02	0.4
クロロホルム	0.06	0.7
ジクロロ酢酸	0.03	0.1
ジブロモクロロメタン	0.1	2
臭素酸	0.01	0.04
トリクロロ酢酸	0.03	0.06
ブロモジクロロメタン	0.03	0.4
ブロモホルム	0.09	2
ホルムアルデヒド	0.08	5

表11 小児に関する亜急性参照値(表10以外の項目)

水質項目	水質基準値(mg/L)	亜急性参照値(小児)(mg/L)
水銀及びその化合物	0.0005	設定なし
鉛及びその化合物	0.01	0.01
ヒ素及びその化合物	0.01	0.01
六価クロム化合物	0.02	0.02
ホウ素及びその化合物	1	1
シアン化物イオン及び塩化シアン	0.01	設定なし
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10	設定なし
亜硝酸態窒素	0.04	設定なし
トリクロロエチレン	0.01	0.01

※ごく短期間で発病の原因となる水質項目には亜急性参照値は設定されていない。

15 報告書及び記録管理

(1) 管理基準逸脱報告

管理基準逸脱時の対応記録は、企業団共有フォルダに格納する。EXCELファイルに水質項目別にシートを作成し、事例のデータベースとする。

逸脱時には、速やかに初期の情報を入力し、措置が完了したときに、詳細な内容を追記するものとする。入力したときは、情報共有を確実にするために水安全計画メーリングリスト(表12)宛てに報告する。

表12 水安全計画メーリングリスト

	発生箇所	
	水源、導水・取水施設、浄水施設、送水施設、配水池	配水管、給水施設
共通	水道技術管理者 水道技術管理補助者(本部計画課、浄水課、工務課、水質管理課、ブロック統括センター等) 危機・技術管理室長 危機・技術管理室長が指名する危機・技術管理室職員 水道技術管理補助者(本部水質管理課)が指名する水質管理課職員	
本部	水道技術管理補助者(本部浄水課)が指名する浄水課職員	水道技術管理補助者(本部工務課)が指名する工務課職員
ブロック統括センター等	水道技術管理補助者(ブロック統括センター等)が指名するブロック統括センター職員	

(2) 事故報告書

ブロック統括センター等の水道技術管理補助者は、重大な事案が発生したときは、指定様式により事故等報告書を計画課に提出するものとする。

(3) 施設管理記録の作成

記録は、マニュアルどおりに施設管理が行われたことを証明し、管理基準を逸脱したときの原因を検証するために作成するものであり、ブロック統括センター等が定めた様式により、次の事項に留意しながら作成する。

- ア 読みやすく、消去が困難な方法（原則としてボールペン）で記す。
- イ 作成年月日を記載し、記載した者の署名又は捺印等を行う。
- ウ 記録を修正するときは、修正前の内容を不明確にしない（原則として二重線見え消し）。
- エ ブロック統括センター等において、作成者、ブロック統括センター等内の回覧先を定め、保存期間は5年とする。
- オ 記録の識別と検索を容易にするため、種類・年度ごとにファイリングする。

16 水安全計画の妥当性確認と実施状況の検証

(1) 妥当性確認

水安全計画の各要素の妥当性の確認、すなわち危害原因事象に対する管理措置、監視方法、管理基準、管理基準を逸脱した場合の対応等について、技術的観点から妥当性確認を行う。

妥当性確認は、これら水安全計画の各要素の設定の技術的根拠を明確にするものであり、法令・通知や水道事業者への立入検査時の指摘基準を参考にしながら、文献、経験的知見、他水道事業者の事例に基づいて行う。

(2) 実施状況の検証

水安全計画が定めたとおりに運用され、常に安全な水を供給できていたかどうかを確認する。

検証作業は、内部監査チームを組織し、計画で定めた管理措置や監視方法、管理基準、管理基準逸脱時の対応等及び水安全計画全体が定めたとおりに運用されていたかを検証するとともに、水安全計画の実施により水質基準等に適合した水を供給していたかの検証を、監視の記録、すなわち設備等の運転状況や計器類の点検・校正等の記録、及び水質検査結果等の確認により行う。

検証のためのチェック内容は、①水質検査結果は水質基準値等に適合していたか、②管理措置を定められたとおりに実行したか、③監視を定められたとおりに実施したか、④管理基準逸脱時等に、定められたとおりに対応が取られリスクが軽減されたか、⑤水安全計画に従って記録が作成されたかである。

(3) 内部監査チーム

内部監査チームは、表13の人員で構成する。

表13 内部監査チームリスト

所属	担当者	監査の範囲
水質管理課	水道技術管理補助者が指名する水質管理課職員	全般
ブロック統括センター等	水道技術管理補助者が指名するブロック統括センター等職員 (浄水、配水、給水各担当)	ブロック統括センター等に 係る内容全般
運転管理受託者	水道技術管理補助者が指名する者	運転管理に係る内容全般

(4) スケジュール

妥当性確認と実施状況の検証は、表14のとおり3年周期で実施する。ただし、必要な時は臨時的に実施する。

表14 妥当性確認と実施状況の検証スケジュール

実施年	実施ブロック統括センター等
1年目	小豆ブロック統括センター、中讃ブロック統括センター
2年目	東讃ブロック統括センター、西讃ブロック統括センター
3年目	高松ブロック統括センター、広域送水管理センター

17 水安全計画のレビュー

(1) 目的

水道施設の経年的な劣化、人口減少、水道水の安全性を向上させるのに有用な新技術の開発などの状況変化がある中で、水安全計画が常に安全な水を供給していく上で十分なものであるかを、少なくとも3年に1回確認し、必要により水安全計画の改正を行うものとする。また、水安全計画のとおり管理を実施したにもかかわらず水道の機能に不具合を生じた場合等には、当該部分についてレビューを行う。

(2) 確認事項

妥当性確認及び実施状況の検証を踏まえながら、水道システムを巡る状況の変化、外部からの指摘事項、最新の技術情報等の情報を総合的に検討し、水安全計画の適切性（新たな危害原因事象及びそれらのリスクレベル、管理措置、監視方法及び管理基準の、管理基準逸脱時の対応方法の、緊急時の対応の、その他必要な事項）を確認する。

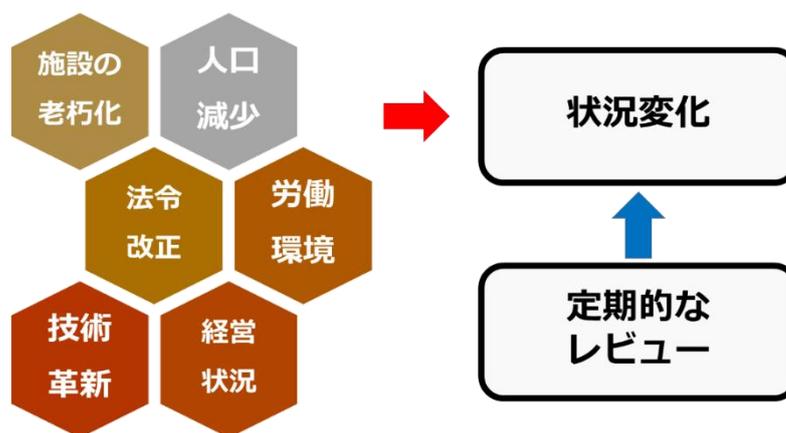


図8 レビューにおいて確認する事項

(3) レビューチーム

レビューチームは、表15の人員で構成する。

表15 レビューチームリスト

所属	職名
企業団	水道技術管理者、水道技術管理補助者又は補助者が指名する職員、危機・技術管理室長又は室長が指名する職員
運転管理者	運転管理受託者の責任者、又は責任者が指名する職員

(4) スケジュール

レビューは、3年に1回の頻度で実施する。ただし、必要な時は臨時に実施する。

(5) 記録の作成

レビューチームは、レビューの記録を作成する。

18 教育訓練

レビューにより、本計画の改正を行ったとき、又は重要な事項を取り上げたときは、レビューチームは、本計画に関わる職員や関係先に対して、教育訓練を行わなければならない。

香川県広域水道企業団

水質管理課

〒761-0312 香川県高松市東山崎町 1331

TEL : 087-847-4869 FAX:087-847-4889

E-mail: suishitsu_honbu@union.suido-kagawa.lg.jp