



進化する米国の浄水処理

—長期第2次地表水処理強化規則実施ガイダンスから—

(その2)

1. 安全飲料水法の歩み—続き—

総トリハロメタン/第1次消毒剤及び消毒副生成物規則/第2次消毒剤副生成物規則
(TTHMs/Stage 1 DBPR/Stage 2 DBPR)

多くの水道システムは、病気を引き起こす病原菌を不活化するために化学消毒剤を用いて水を処理している。消毒の実施による公衆保健上の利益はかなりなものであり、よく認識されている。しかし一方で、消毒はそれ自身によるリスクを引き起こしている。消毒剤は多くの有害な微生物を抑制するために効果的であるが、水の中で有機・無機の物質（消毒副生成物前駆物質）と反応して消毒副生成物を形成し、そのうちのいくつかは一定レベル以上で存在すると健康リスクを引き起こす。1974年における水道水中での塩素消毒による副生成物の発見以来、数多くの毒物学的研究が実施され、動物実験において、いくつかの消毒副生成物は発癌性があり、生殖や発育に悪影響をもたらすことが示されている。加えて、長期にわたる高い濃度レベルの消毒剤の暴露は、血液や腎臓の損傷を含む健康問題を引き起こす可能性がある。これらの研究の多くは高い投与レベルの消毒剤で行われる一方、消毒副生成物は潜在的な公衆保健問題をもたらすものであり、長期の暴露からのリスクを最小化することに焦点があてられなければならないことを証拠の多くは指摘している。水道の専門家が直面する多くの複雑な問題の一つは、微生物汚染に対して十分な保護を行う一方で、如何に消毒剤や消毒副生成物によるリスクを軽減するか、である。

1979年総トリハロメタン規則は、給水人口1万人以上の市町村水道システム（CWS : community water systems）に対して、総トリハロメタンの最大許容濃度（MCL）を設定している。「第1次消毒剤及び消毒副生成物規則（The Stage 1 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule（Stage 1 DBPR））」は、総トリハロメタン規則を基礎として、従来の最大許容濃度を引き下げるとともに、対象となる水道システムの範囲について、消毒剤を注入する全ての公共水道システム（ほとんどの一時利用水道システムを除く。）に拡大している。「第1次消毒剤及び消毒副生成物規則」は、消毒剤の塩素、クロラミン及び二酸化塩素に対する「消毒剤の最大残留濃度（MRDLs : maximum residual disinfection levels）」を設定するとともに、さらなる消毒副生成物（例えば、塩素酸、臭素酸及びハロ酢酸類（ハロ酢酸5種））に対する新たな最大許容濃度を設定している。加えて、「第1次消毒剤及び消毒副生成物規則」は、在来型ろ過システム（conventional filtration systems）に対して、消毒剤と反応して消毒副生成物を形成する総有機炭素（TOC）として測定される有機物質を規定された率で除去するよう求めている。

「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則 (Stage 2 DBPR)」は「Stage 1 DBPR」を基礎としており、配水システム全体を通して消毒剤副生成物から保護するとともに消毒副生成物のピークの低減に重点を置いている。「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」は、基準適合・不適合を決定するためにサンプリング結果を平均するという方法に変更している。「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」における決定方法は、「Stage 1 DBPR」で用いられた「システム全体での年平均 (RAA: running annual average)」ではなく、「各地点での年平均 (LRAA: a locational running annual average)」(すなわち、各モニタリング地点において適合しなければならない。)に基づいている。最大許容濃度 (MCL) の適合についての算定方法の変更に加えて、水道システムは、総トリハロメタン及びハロ酢酸5種が高濃度であるモニタリング基準地点を確定するために「初期配水システム評価 (IDSE: an initial distribution system evaluation)」を実施しなければならない。さらに、水道システムは、もし低減しなければ最大許容濃度超過を招くような消毒副生成物濃度であるならば、多角的な評価を行うことが求められている。

ろ過逆洗水再利用規則

「ろ過逆洗水再利用規則 (FBRR: Filter Backwash Recycling Rule)」は、逆洗水を再利用する在来型及び直接ろ過システムの浄水に病原微生物、特にクリプトスポリジウムがフィルターを通過して入り込む可能性を低減することによって、地表水規則を補うものである。「ろ過逆洗水再利用規則」は、州が代替の位置を認めない限り、水道システムの在来型又は直接ろ過の全てのプロセスを通じて、(例えば、ろ過逆洗水、濃縮上澄水又は脱水プロセスからの液体を) 定められた再利用の流れに戻すことを該当システムに対して求めている。加えて、「ろ過逆洗水再利用規則」は、再利用の方法について書面で州に届け出るとともに記録を保存することを水道システムに対して求めている。

暫定地表水処理強化規則/長期第1次地表水処理強化規則/長期第2次地表水処理強化規則

「暫定地表水処理強化規則 (IESWTR: Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule)」は「地表水処理規則」を基礎として、ろ過を行っている水道システムに対して、混合されたろ過池流出水及び各ろ過池流出水について新たな濁度基準に適合することを求めている。加えて、「暫定地表水処理強化規則」は、ろ過を行っていない水道システムに対して、流域コントロール計画にクリプトスポリジウムのコントロールを含めるよう求めている。「暫定地表水処理強化規則」のこれらの要求は、給水人口1万人以上の水道システムに対して適用される。「暫定地表水処理強化規則」は、大腸菌群規則を基礎として、規模にかかわらず地表水又は地表水の影響を直接受ける地下水を用いる全ての水道システムに対して衛生調査を求めている。さらに、「暫定地表水処理強化規則」は、全ての新設配水施設 (all new finished water storage facilities) に対してカバーを求めるとともに、消毒副生成物基準に適合するよう必要な措置をとる一方、水道システムが微生物学的な保護レベルを維持するための消毒のプロファイリング及びベンチマーキングを含んでいる。

「長期第1次地表水処理強化規則 (LT1ESWTR: Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule)」は、地表水又は地表水の影響を直接受ける地下水を用いる小規模水道システム (すなわち、給水人口1万人未満の水道システム) に対しても適用されることから、当該規則の規定は「暫定地表水処理強化規則」における課題に焦点をあてている。

「長期第2次地表水処理強化規則 (LT2SWTR: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule)」は、「地表水処理規則」、「暫定地表水処理強化規則」及び「長期第1次地表水処理強化規則」を基礎としており、さらなる公衆保健の保護が必要とされる水道システムに対して、既存の微生物処理要求を補完するものとなっている。

「地表水処理規則」、「暫定地表水処理強化規則」、「長期第1次地表水処理強化規則」及び「長期第2次地表水処理強化規則」は一体となって、水源として地表水又は地表水の影響を直接受ける地下水を用いる水道システムに対して厳しい浄水処理を要求している。

マルチバリアアプローチ

当初の安全飲料水法を基として、その後の法改正により、水道水質の改善と公衆保健の保護の向上がなされている。例えば、改正1996年安全飲料水法は、病原微生物と消毒副生成物によるリスクのバランスをとるための規則制定を環境保護庁に対して求めている。「長期第2次地表水処理強化規則」は、「微生物及び消毒剤／消毒副生成物規則クラスター (M-DBP Rule Cluster)」における最新の規則の一つである。

複数の脅威に対しては複数のバリアを必要とすることから、「長期第2次地表水処理強化規則」及び「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」は、これまでの規則では焦点があてられていなかった健康リスクを目標として、「大腸菌群規則」、「地表水処理規則」、「総トリハロメタン規則」、「第1次消毒剤及び消毒副生成物規則」、「暫定地表水処理強化規則」、「長期第1次地表水処理強化規則」及び「ろ過逆洗水再利用規則」の基準のもとに敷衍するものである。これまで焦点があてられてこなかった微生物及び消毒副生成物を包含することによって、「微生物及び消毒剤／消毒副生成物規則クラスター」は水道水質及び公衆保健の保護を最大限に持続するものとなる。

2. 第2次地表水処理強化規則の展開

1999年3月、環境保護庁は「長期第2次地表水処理強化規則」及び「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」に向けた勧告を行うため、「微生物及び消毒剤／消毒副生成物諮問委員会 (M-DBP Advisory Committee)」を再開した。また、当該委員会は、「第1次消毒剤及び消毒副生成物規則」、「暫定地表水処理強化規則」、「長期第1次地表水処理強化規則」の展開についても関係している。委員会は、「長期第2次地表水処理強化規則」及び「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」に関する課題について討議するため、1999年9月から2000年7月まで会議を10回開催した。また、各会議においては、パブリックコメントの機会が持たれた。

2000年9月、委員会は基本合意書 (the Agreement in Principle) に調印し、合意書は2000年12月29日に官報公示され、委員会の勧告は「長期第2次地表水処理強化規則」及び「第2次消毒剤及び消毒剤副生成物規則」に盛り込まれた。

「微生物及び消毒剤／消毒副生成物諮問委員会 (M-DBP Advisory Committee)」は、「長期第2次地表水処理強化規則」に関する以下の主要課題について合意に達した。

- ・原水モニタリング結果に基づき、一定の水道システムについては、クリプトスポリジウム向けの追加の処理を行わなければならない。
- ・追加のクリプトスポリジウム処理要求に適合しなければならぬろ過を行っている水道システムは、処理及び制御オプションの「ツールボックス」から選定することができる。
- ・小規模水道システムに対しては、モニタリングの負荷を軽減するようにしなければならない。
- ・当初の原水水質の評価を確実なものとするため、将来もモニタリングが行わなければならない。
- ・クリプトスポリジウムの不活化は、ろ過を行っていない全ての水道システムで実施されなければならない。
- ・ろ過を行っていない水道システムは、最低限2種類の消毒剤を用いて全体にわたる不活化要求に適合しなければならない。
- ・紫外線消毒及びその他のツールボックスのオプションのためのクライテリア及びガイダンスが提示されなければならない。

・既存の覆蓋のない配水池は、州が代替方法を承認しない限り、覆蓋されるか流出水の処理がなされなければならない。

3. 第2次地表水処理強化規則の便益

(1) 定量化できる便益

「長期第2次地表水処理強化規則」は、原水モニタリング、追加の浄水技術及び水道水質基準の強化を通じて、水道水に関連したクリプトスポリジウムへの接触を抜本的に減少し、それによって、クリプトスポリジウム症と関連した病気や死者を減少させることが見込まれている。「長期第2次地表水処理強化規則」が全面施行された後には、毎年、病気が230,730～964,360件、死者が52～207人、減少することが期待されている。これらの値に基づき、(3%の割引率で年率換算した)便益の平均的な現在価値の範囲は458百万米ドルから19億米ドルとなる。これらの価値は、定量化できない信頼限界(confidence limits)は考慮していない。

ろ過を行っている水道システムについては、地表水及び地表水の影響を直接受けている地下水をろ過することによって給水を受けている約195百万人に対する便益は、患者の平均的な毎年の減少幅が84,609～464,069人の範囲にある。加えて、死者は、年当たり平均で14人から77人減少が見込まれている。また、地表水又は地表水の影響を直接受けている地下水をろ過せずに給水を受けている約10百万人にとっても、当該規則の効果として、クリプトスポリジウム症の大幅な減少をみるであろう。「長期第2次地表水処理強化規則」により、ろ過を行っていない水道システムにおいて、毎年、患者数が146,121～500,291人、夭死(若くして死ぬこと: premature death)が38～130人、減少すると見込まれている。

(2) 健康関連及び健康非関連の定量化できない便益

クリプトスポリジウム症と関連した病気及び死者の減少という点から、大きな便益が「長期第2次地表水処理強化規則」によってもたらされているが、その他の当該規則と関連した健康関連及び健康非関連の便益は、データ不足から定量化できないでいる。「長期第2次地表水処理強化規則」の健康関連及び健康非関連の定量化できない便益には、以下のものが含まれる。

- ・人為的な間違い又は装置の故障と関連した集団発生リスクと対処費用の減少
- ・事故防止行為の減少(例えば、蛇口の水の煮沸やボトル水の購入)
- ・味覚的な水質の改善(例えば、異臭味)
- ・環境保護庁が規制している又は将来規制を検討している、その他の寄生虫及び汚染物質(例えば、病原性細菌、ウイルス、ジアルジアランブリア、サイクロスポーラ、マイクロスポリジア類、ヒ素、消毒副生成物及びアトラジン)への暴露の減少
- ・原水水質へのよりよき理解及び水道システムがより効果的な浄水技術を選定するための支援に繋がる、原水モニタリングの増加
- ・覆蓋又は処理することによる配水池の汚染の減少
- ・紫外線装置又は精密膜(MF膜)の設置は、公共水道システムが塩素注入量をよりよく調整することとなり、消毒副生成物濃度を減少することになる。しかし、規則の要求に適合するためにオゾン処理を追加する水道システムは、オゾンと関連した消毒副生成物濃度が上昇する可能性があること知っておかなければならないであろう。

(文責) センター常務理事兼技監 安藤 茂

配信先変更のご連絡等について

「JWRC水道ホットニュース」配信先の変更・追加・停止、その他ご意見、ご要望等がございましたら、会員様名、担当者様名、所属名、連絡先電話番号をご記入の上、下記までE-メールにてご連絡をお願いいたします。

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-8-1 虎ノ門電気ビル2F (財)水道技術研究センター ホットニュース担当

E-MAIL : jwrchot@jwrc-net.or.jp

TEL 03-3597-0214 FAX 03-3597-0215

また、ご連絡いただいた個人情報は、当センターからのお知らせの配信業務以外には一切使用いたしません。