

活性炭や精密濾過膜を用いた家庭用浄水器では、水道水中に溶解する陰イオンの除去は困難なことから、水道水中の放射性ヨウ素の低減はほとんどの場合困難であると考えられた。

放射性セシウムについては、東電福島第一原発から放出された後地面表層に降下したものは土壌及び粒子等に吸着した状態で存在するとともに、水面に降下したものは環境水中で粒子又はセシウムイオン（陽イオン）として存在すると考えられ、通常の濁度がある表流水の凝集沈殿の浄水処理では大部分が除去される（図1²⁾にも掲載）。このような知見を元に、「水道における放射性物質対策検討会」メンバーの東京大学古米先生らが環境中のセシウムの大部分が粒子として挙動することを仮定した水源における挙動の予測シミュレーションなどの検討が行われた（後に文献⁵⁾で発表）。その結果、濁度が高くなる大雨の時期や雪解け以外の場合にはセシウムの濃度はほとんど上昇しないことが示された。

このように、限られた条件ながら、環境中の挙動や浄水処理性についても、対応方法を検討した。知見は、水道事業者等に周知され、水道事業者としても、開放池の上を覆ったり、活性炭によるヨウ素の除去を試みるなど懸命の努力が続けられた。本事例における粉末活性炭処理、凝集沈殿処理による除去に関する最終的な知見については、最近の総説⁶⁾にまとめられているため、そちらを参照されたい。

なお、余談であるが、通常このような概念図はわかりやすく作るのが難しい。しかしながら、このような未曾有の事故の際には、水道関係者にも、一般利用者にもわか

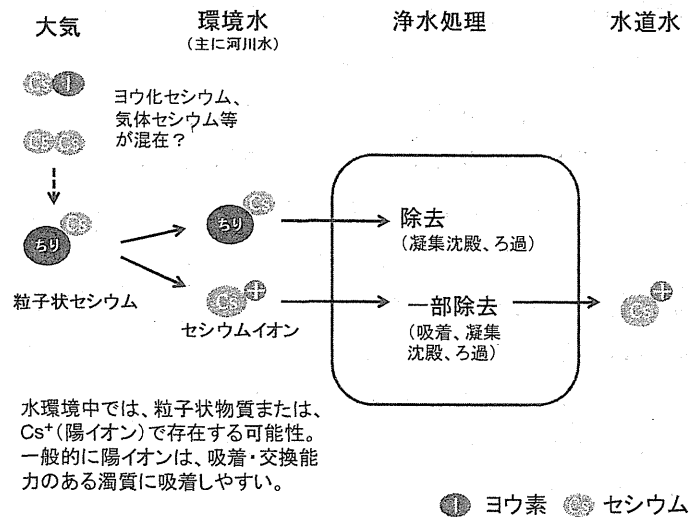


図1 放射性セシウムの挙動の概念図

りやすい情報伝達を行う必要がある。この図1のものは、発災後に国立保健医療科学院の情報に基づき作られた日本科学未来館のホームページであった。そのデザインを同館のご厚意により参考とさせていただき、ヨウ素とセシウムに分けて内容を見直して作成し、厚生労働省の検討委員会等で用いたものである。その後、いくつかの機関で引用され、思いがけないところでも理解に役立っている事例があった。水道事業者の方々などから伺ったところでも、このような分かりやすい記述は有効であったと伺い、あらためてわかりやすい情報共有の必要性を感じているところである。

4. 事故時のクライシスコミュニケーション

厚生労働省では「リスクコミュニケーションとはリスク分析の全過程においてリスク評価者・リスク管理者・消費者・事業者・研究者、その他の関係者の間で、情報および意見を交換することである。リスク

評価の結果およびリスク管理の決定事項の説明を含む。」と定義している。通常は、食品や化学物質の安全管理や水道水質基準の説明のように、非常に低いリスクの一般的な理解を求める内容が主となっているが、今回のように既に起こった危機に対する介入を行う場合は、特にクライシスコミュニケーションと呼ばれる対応が必要である。リスクコミュニケーションの一部がクライシスコミュニケーションであると考えられる代表的なものであるランドグレンとマクマキン⁷⁾によれば、図2のような分類を行うことができる。水道事業においては、日頃から水質事故や耐塩素性病原微生物クリプトスポリジウムが検出された場合、その他健康影響が懸念される場合の取水停止、給水停止などの対応が行われているが、原子力事故による放射性物質の水道水中からの検出に対する対応は初めての事例であった。

このような事故時には、平常時とは異なる対応が必要である。

原子力災害においては、内閣府原子力安全委員会が示した図3のような事故時の放射線防護の線量の基準の考え方⁸⁾があり、事故直後は大きな被ばくを避ける対策を優先すべきという考え方がとられている。すなわち、事故直後は事故発生初期の大きな被ばくを避けるための措置を行い、その後緊急時、事故収束時の対応を行い、状況が落ち着いたら、長期的な目標を設定する。このことは、多くの災害や化学物質の汚染においても適用される可能性がある考え方の一つであるが、この考え方自体が、一般的に平常時から広く受け入れられているかというと、必ずしもそうではない。放射性

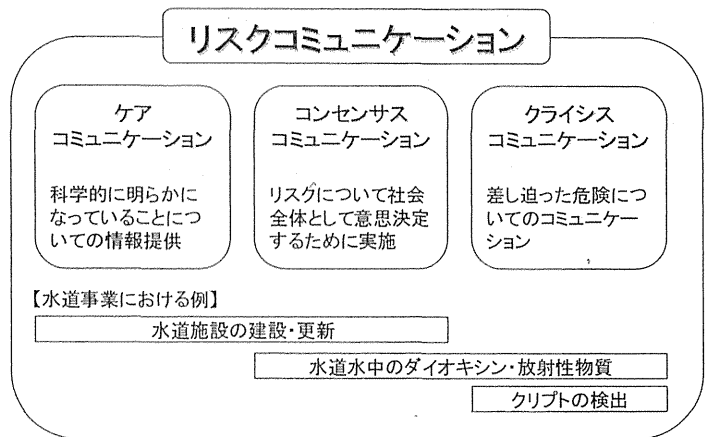


図2 リスクコミュニケーションの分類
リスクコミュニケーションの分類(ランドグレンとマクマキン)⁷⁾より一部改編

物質の場合も、線量基準については、専門家自体も緊急時と平常時の基準の理解や説明に苦慮していたことは、読者の方々もご記憶にあると思う。

その中で、水道については、図3の緊急時の状況に相当する暫定指標値が早い段階で出され、暫定指標値を超える放射性物質が検出された水道事業体では、懸命な浄水処理を行いながら給水は継続しつつ、テレビ会見や測定結果のホームページによる公表、乳児のいる家庭への飲料水（ペットボトル）の提供、業界に対するペットボトルの増産要請等を行うなど、きわめて迅速な対応がなされ、結果的には早い段階で、摂取制限が解除されていった。

事故直後の混乱の中、給水の継続、測定機関の確保、測定結果に対する対応、広報、代替手段の確保、問い合わせへの対応等を速やかに行う必要があり、各所において困難が見られたが、測定結果が出てから数時間～1日以内に迅速な対応が行われたことが一定程度被ばく線量の低減に寄与したと考えられた。

原子力安全委員会

放射線防護の線量の基準の考え方

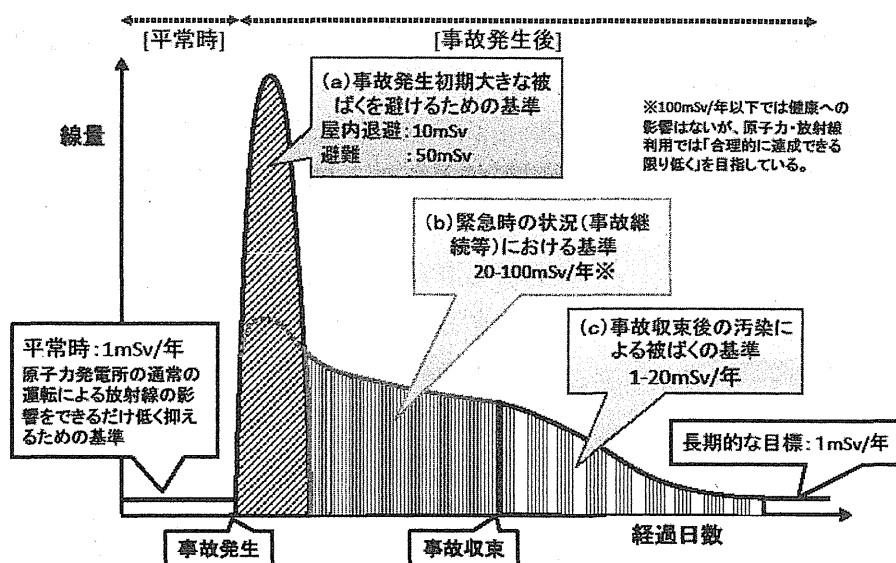


図3 原子力安全委員会が示した事故時の放射線防護の線量の基準の考え方⁸⁾

なお、本図については「資料中の「100mSv/年以下では健康への影響はない」という記述は正しくありません。100mSv以下の放射線の健康への影響については、原子力安全委員会のホームページ「低線量放射線の健康影響について」(<http://www.nsc.go.jp/info/20110526.html>)をご参照下さい。」というコメントが平成23年10月26日事務局から追記されている。

問い合わせも多く、内容も配水区域や水質に関する質問や放射性物質の除去方法、検出下限値、妊婦への影響等多岐にわたった。厚生労働省でも、多くの電話が寄せられ、水質、除去方法に関する質問から、ペットへの影響、食品会社、特に幼児用食品会社、保育園、医療用品会社からの問い合わせ等内容は非常に広範囲であった。特に放射性物質による健康影響などに関する質問は非常に多かった。

5. 事故時における広報

このような事故時に広報が果たす役割は非常に大きい（ここでいう広報とは、事故時等の緊急のお知らせ、注意喚起など、一般向けの公報にあたるものである）。特に今回は、個人の行動を変える（飲用やミルクの調合に用いる水を変更する）必要があったため、迅速な広報が必要であった。情報伝達としては、テレビが最も迅速で、多くの対象者に周知できる手段であったが、ホームページや電話問い合わせに対するニーズも大きかった。対象となった水道局のホームページはアクセスが集中し、繋がりにくい状態となったため、容量の小さいテキスト中心のホームページに変更したところもあった⁹⁾など。また、電話による

当時、健康影響等に関する専門的内容については、独立行政法人放射線医学総合研究所において知見の提供が行われていた。同研究所では、発災直後から所内のあらゆる回線に一般や自治体からの問い合わせが殺到したため、専門的知識の提供や科学的エビデンスに基づく助言を行うため、別回線の特設の電話が設けられ、全所的な対応が行われた。平成26年8月現在でも健康相談窓口が設置されているが、事故当初から約1年間の電話対応の状況が最近報告書¹⁰⁾にまとめられた。それによると、平成23年3月15～31日の17日間だけでも5,034件の電話が寄せられ、特に健康影響に関する問い合わせは、環境からの被ばく、放射線の測定と評価、被ばく予防・除染、食品・水、農業活動等、子どもなど特定対象者などに

分類された。とりわけ、食品・水道水、子ども（妊娠・育児・学校等）、過去の被ばくに関する質問が非常に多かった。同報告書¹⁰⁾では、電話質問に関する時間や地域毎の解析も行われており、このような知見は、未知の物質に対する事故が起こった場合の電話対応体制の整備や想定質問の策定にも役立つものと考えられる。

6. 緊急時におけるクライシスコミュニケーションの重要点

人間が実際以上に不安に思うリスクの対象として、「不公平」、「人為的」、「新しい」、「未知」、「非自発的」、「次世代への影響の可能性」などの条件が挙げられる⁷⁾。このような事象には、人は一層不安感を高める傾向にある。今回の放射性物質汚染事故はその全てに当てはまり、利根川のホルムアルデヒド前駆物質水質汚染事故は最初の5項目に当てはまってしまった。このようなリスクに対しては、直ちに適切な対策を講じると共に、長期的にはデータを蓄積し、知見を集積し、丁寧に着実に取り組むことが、リスクコミュニケーションの基本となる。

特に、緊急時におけるクライシスコミュニケーションの重要点¹¹⁾を一部改変としては、以下の点を挙げておきたい。

- ①暫定的であれ行動の基となる基準や指標を関係者及び市民と共有すること（可能な限り国の責任部局が関与して作成された意思決定の基となる行動指針や指標を共有すること）
- ②リスクを管理する側は、可能な限り迅速な対応を実施すること

- ③緊急時こそ詳しい事実をすべて可能な限り正確に伝達すること（ある程度誤報や情報漏れがあることはやむを得ない）
- ④誤報があった場合は、それに対する理由の説明と誠意ある対応を行うこと
- ⑤市民が多様な情報源から一貫した情報が取得できるように、情報提供側が努めること
- ⑥正確な情報を効果的に伝達できる媒体を確保すること（テレビ、エリアメール、投げ込み等の組み合わせの活用）
- ⑦市民にもわかりやすい情報を提供すること（単に簡略化するだけでなく、論理的に説明することが必要な場合もある）
- ⑧リスクを軽視せず警告を発すること（軽々に安全宣言をしない、できる限りデータを入手して説明すること。市民は簡単にはパニックにはならない。むしろ、情報が少ないことで不安を感じる場合がある）
- ⑨マスコミ・人々の声を傾聴すること（マスコミや市民からの意見や問い合わせは、コミュニケーションのための重要な情報である。よく分析して、必要な情報を整備していくことが安心に繋がる）
- ⑩実際には非常に小さいリスクであり、論理的な説明を十分行った場合でも、不安に思う人は存在する。長期化した場合は、対象者の状況に寄り添い、丁寧に対応する必要がある場合もある。最近の事例では、地元の信頼を得ている情報発信者と協力して説明会を開催するなどの試みも行われている。

「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正當にこわがることはなかなかむづかしい。」¹²⁾ というのは、物理学者であり随筆家であった寺

田寅彦の言葉だそうであるが、これが転じて市民に対し「正しくこわがる」ことが求められている場合がある。しかしながら、本来専門家でも、正当にこわがることはなかなか難しく、ましてや、「正しくこわがる」ことは、容易ではない。しかし、何よりも事故が起こったならば早く対策をとること、最初のそのステップがその後の信頼感の醸成にもきわめて重要である。特に、震災の余震が続き、東日本の被災地域に多くの給水車が向かう中、ガソリンが不足し、給水車も不足する状況で、おそらく大都市部で給水停止などが実施されたら、一層の大混乱が生じたと予測され、この場合に迅速な広報と共に給水継続を行いながらの対応が行われたことは、実際の混乱を最小限にし、市民生活の安全を守る上でも重要な決定であったと考える。

<引用文献>

- 1) 厚生労働省東日本大震災報道発表水道関係(平成23年3月11日～3月31日分)に一覧。
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r985200000177kr.html> (accessed 2014-07-28)
- 2) 厚生労働省健康局水道課。「水道水における放射性物質対策中間取りまとめ」(平成23年6月21日)。
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001g9fq.html> (accessed 2014-07-28)
- 3) 国立保健医療科学院水道工学部(現生活環境研究部)。浄水プロセスにおける放射性物質の除去性能に関するレビュー。(平成23年3月29日)
http://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h23radioactive/Review_Removal_capability_by_water_treatments.pdf (accessed 2014-07-28)
- 4) 小坂浩司、島崎大、浅見真理、秋葉道弘。浄水プロセスにおける放射性物質の除去性能に関するレビュー。水道協会雑誌。2011;80(4);70-85.
- 5) 吉本健太郎、矢神卓也、荒木千博、藤原直樹、此島健男子、渡邊暁人、石川美宏、古米弘明。

- 簡易な流出解析モデルによる河川水中の放射性物質濃度の推定。水道協会雑誌。2012;81(4);28-38.
- 6) 小坂浩司ら。放射性ヨウ素と放射性セシウムの粉末活性炭処理、凝集沈澱処理による除去。水道協会雑誌。2014;83(1);7-22.
 - 7) 吉川肇子ら。『危機管理マニュアルどう伝えあう?クライシスコミュニケーション』。イマジン出版。2009.
 - 8) 原子力規制委員会から旧原子力安全委員会の資料アーカイブページにリンク。<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/info/bougokijun.pdf> (accessed 2014-07-28)
 - 9) 吉田永、「今知りたい東京の安全な水」講演資料。日本水フォーラム。2011
 - 10) 放射線医学総合研究所、放射線被曝に関する電話相談～東電福島第一原発事故後1年間の集計報告、2014.3。
http://www.nirs.go.jp/publication/irregular/pdf/nirs_m_265.pdf (accessed 2014-07-28)
 - 11) 岡直弘、諏訪英司、古土井正道、浅見真理、秋葉道宏、櫻田尚樹。迅速なクライシスコミュニケーションの重要性-水道水中の放射性物質検出と飲用制限-。公衆衛生情報協議会、和光、2011.
 - 12) 寺田寅彦。『小爆発二件』。「寺田寅彦随筆集第五巻」岩波文庫、岩波書店。1948。(青空文庫所収：http://www.aozora.gr.jp/cards/000042/files/2507_13840.html (accessed 2014-07-28))

著者連絡先

浅見 真理 asami@niph.go.jp
 国立保健医療科学院生活環境研究部
 〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6
 TEL. 048-458-6304

水源水質汚染事故時の水道事業体の対応 ～近年の事例から*

金見 拓 高橋 和彦

1. はじめに

水道事業体は、原水の水質に応じた浄水処理を行い、水質基準等を満たす清浄な水道水を供給している。原水は河川や貯水池、地下水などから得ているが、その水質は都市活動や産業活動などの影響を受け、時に水質汚染事故と呼ばれる突発的な汚染が生じることがある。水道水源における水質汚染事故とは、水道事業者等が通常予測できない水道原水の水質変化により、給水停止または給水制限、取水停止または取水制限、特殊薬品（粉末活性炭等）の使用などの浄水処理変更のいずれかの対応措置を行ったものとされている¹⁾。厚生労働省の集計によると、国内の水質汚染事故発生件数は、近年は年間200件前後で推移している¹⁾。

これらの突発的な水質汚染に対して、水道事業者がどのような対応を行うのか、近年関東地方で発生した水質汚染事故事例への東京都水道局の対応を交え述べていく。

2. 水質汚染事故発生時の基本的な対応の流れ

水質汚染事故対応の主な流れであるが、まず、水質汚染事故の発覚としては、汚染原因者からの通報、魚浮上や油膜、臭気の異常等を河川管理者や住民が発見する場合、定期的な水質調査で発見される場合などがある。水質汚染事故発生情報が、発見者から水道事業者や関係の行政機関に入ると、事故の連絡網を通じて関係者に周知され、水質事故対応体制が組まれる。汚染の拡散防止のための対策は、河川管理者などが対応し、発生源がす

で判明している場合は、発生場所への立ち入りや管理者への指導を環境部局や消防などが実施する。事故の状況を把握するための水源調査は、河川管理者や環境部局だけでなく水道事業者も実施する。これは、汚染源の究明や事故の規模を把握し、浄水場への影響を予測し、対応を判断するために行う現地調査である。確認事項は、発生源の位置、汚染の流出状況、汚染物質の種類と濃度、取水地点までの到達する時間、浄水処理の可否、取水停止の必要性などである。

水道事業者は得られた情報に応じて、浄水場における粉末活性炭注入等浄水処理の強化や取水停止等の対応を図る。水道事業者によっては水安全計画などの危機管理のマニュアルが規定されていて、それに沿った対応が図られる。供給する水道水まで影響が及ぶ、または及ぶ可能性がある状況に対しては、短期間の影響であれば配水池等に貯水している水道水で一時的にまかなう場合や、複数の水源や浄水場がある場合は影響を受けない水源や浄水場からの取水送水の増量を行う。断減水など給水に影響が生じる場合は、合わせて利用者への周知のための広報を行う。影響を受けた場合は、原水水質の改善、浄水処理の強化実施などにより清浄な水道水を配水できるようにした上で、配水管路等からの汚染水の排水作業を実施し、最終的に水質試験などで問題がなくなったことを確認した上で事故対応を解除する。

事後、汚染の原因者に対する再発防止のための要請や、状況によっては損害賠償を求める場合もある。また、国に対して規制の強化を要望していくとともに、自らの水質汚染事故対応の改善・強化を図る。

これらの対応の具体的な例として、近年で特色のある3つの事故について、概要と共に水道事業者がとった事故対応について述べる。

3. 1,4-ジオキサン水質汚染事故

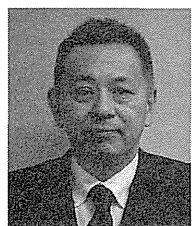
平成20年2月から3月にかけて、渡良瀬水系で、高濃度の1,4-ジオキサンが検出される水質汚染事故が発生した。事故の発覚は、2月20日採水の東京都の金町浄水場の高度浄水処理した浄水から、普段検出されない1,4-ジオキサンが、 $0.0008 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 検出されたことが契機となった。翌日水源水質調査で採水した試料を測定したところ、三国橋地点の渡良瀬川の水から、水道水質基準 ($0.05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) を超過する濃度 ($0.053 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) の1,4-ジオキサンが検出された。その後の関係水道事業者、環境部局、河川管理者などが実施した調査において、利根川の広範囲で検出事例が見られ、発生源からの流入があった渡良瀬川支流の秋山川では最高値 $4.9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ が検出された (図1)。

関係者で情報を共有し連携して調査等に当たることが



Taku Kanami

平成4年早稲田大学教育学部卒業
6年 東京都水道局入局
11年 厚生省生活衛生局水道整備課
13年 東京都環境局有害化学物質対策課
22年 東京都水道局水質センター検査課生物係長
25年 同水道局浄水部浄水課水質係長



Kazuhiko Takahashi

昭和59年 星薬科大学薬学部卒業
60年 東京都衛生局入局
平成10年 東京都水道局次席
20年 同水道局南部第一支所給水課長
24年 同水道局浄水部水質担当課長

* Countermeasures by Waterworks Utilities against Water Quality Contaminated Accidents

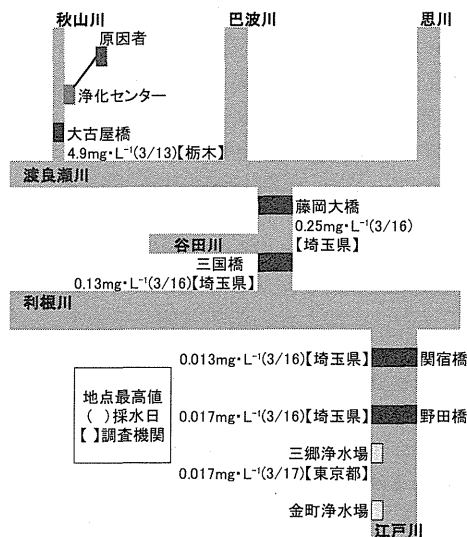


図1 1,4-ジオキサン水質汚染事故時検出状況

重要であるが、利根川・荒川水系における情報連携を行う協議会として2つ設置されている。一つは、利根川および荒川水系の43水道事業者から構成される利根川・荒川水系水道事業者連絡協議会（以下、「利根荒水協」という。）で、水道水質汚染事故時の連携や技術交流などを行っている。もう一つは、国土交通省関東地方整備局を中心に関東の各水系の関係の河川事務所や、各都県の環境、下水、水道部局の代表から構成される関東地方水質汚濁対策連絡協議会（以下、「関水対協」という。）であり、水質汚濁対応を行っている。両協議会では水質汚染事故時の情報連絡網が整備されており、この1,4-ジオキサン水質汚染事故においても事故対応を効果的に実施するために情報連絡や共同の調査を実施した。

1,4-ジオキサンは、主に抽出・精製・反応溶剤に用いられ、非イオン界面活性剤生産時にも副生成する。ヒトに対して発がん性をもつ可能性があり、親水性が高くかつ難分解性の物質である。今回、発生源と考えられた廃棄物処理業者では、受け入れた1,4-ジオキサンを含む廃液を活性汚泥等により処理し、その処理水を秋山川に放流する下水道に投入していたが、廃棄物処理および活性汚泥による下水処理では浄化処理できず、公共用水域を流下したと考えられた²⁾。その後、廃棄物処理業者の対応により、下水へ排除する濃度を制限したことにより、この水質事故は収束した。

この事故において、ひとつ特徴的なのが、事故発覚の経緯である。水道事業者は、適切な浄水処理を行うために原水の水質状況を常に把握している。この事故の発覚の経緯にあるとおり、水源の水質汚染事故対応において、水道事業者は河川水質の監視者としての役割を果たす。油の流出や魚浮上など目視で明らかな事故の場合は、河川の巡視者や住民からの通報により事故が発覚することが多いが、外観上変化のない物質や溶存物質の濃度上昇による事故の場合、水質の測定を行って初めて判明することが多い。水道事業者は、水質検査頻度が高く、原水となる河川水等について多数の検査項目の水質測定や浄水場において自動水質計器による連続モニタリングを実施している。

図2は、東京都水道局が実施した浄水場原水の1,4-ジ

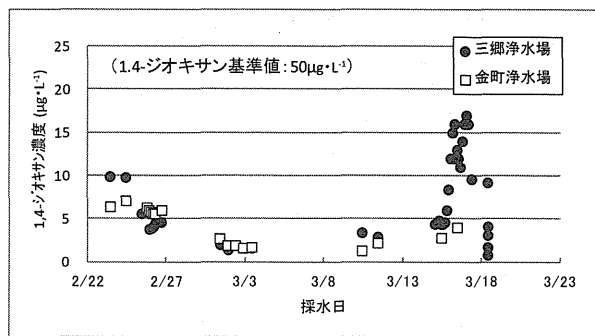


図2 浄水場原水の1,4-ジオキサン濃度経時変化

オキサン測定値の時系列の変化を表している。この値の変動にも現れているように、水質汚染事故は水質変化が大きく、タイミングよく高濃度のときに採水・測定できるとは限らない。そのため、汚染の兆候を逃さないためには、通常と違う水質調査結果が得られた場合に、原因追求調査や測定の頻度を上げる必要がある。

この事故の経験を踏まえ、上記2協議会とは別に、利根川水系流域の群馬県企業局、埼玉県企業局、千葉県水道局、北千葉広域水道企業団、東京都水道局の5事業者で、「水源河川水質調査等の連携に関する申し合わせ」という文書を取り交わした。この申し合わせでは、河川の水質状況を長期間把握しないことを避けるために各事業者が定期的に行っている水源水質調査や浄水場原水の調査日を同じ週に重複しないよう調整することとしている。また、水質汚染事故とは行かないまでも、通常検出されない物質の検出や過去の最高値を超える場合など通常と異なる値が検出された場合に、情報連絡する取り組みを行うこととした。この取り組みが後述するホルムアルデヒド検出事故においても功を奏した³⁾。

1,4-ジオキサンは、一般的な浄水処理、下水処理ではほとんど除去されず、その親水性や水中における物質の安定性から、粉末活性炭処理やオゾン処理・生物活性炭処理を用いた高度浄水処理においても除去性が低く、水道における対応が困難な物質である。幸い下流の浄水場の水道水が基準を超過する事態には至らなかったが、もし、取水した原水で継続して水道水質基準を超過する事態となっていた場合は、水系の水道事業者において取水・給水停止に至っていた可能性がある。1,4-ジオキサンのような処理が困難な物質は、河川への排出や下水道への排除の前に十分な処理がなされる必要がある。事故の時点では、水道水質基準には設定されていたが、水質環境規制において、1,4-ジオキサンは法的遵守義務をとまなわない要監視項目であった。水道関係者からの強い要望もあり、平成21年11月水質汚濁に係る環境基準および地下水の水質汚濁に係る環境基準（0.05 mg・L⁻¹以下）に、平成24年5月には、特定事業場から公共用水域へ排出される水質の基準、特定事業場から下水道に排除される下水の水質の基準（各0.5 mg・L⁻¹以下）および地下水の浄化措置命令に関する浄化の基準（0.05 mg・L⁻¹以下）が設定された。事故の原因となる可能性のある物質について規制の必要性を行政担当部局に訴える。どのような物質が水道において問題になるのか、水源水質や浄水処理性に関する豊富な知見を持っているの

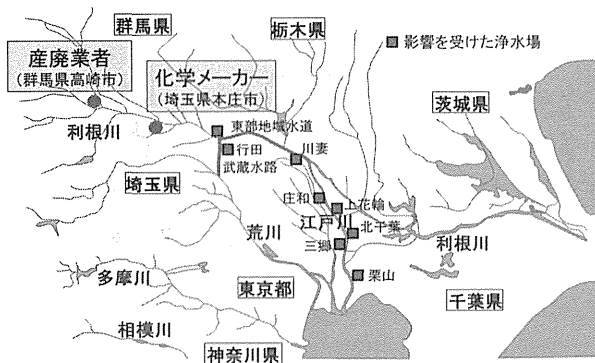


図3 ホルムアルデヒド検出事故位置図⁵⁾

は当然ながら水道関係者であるため、水道の原水に含まれると望ましくない物質については、水道関係者が規制の必要性を行政担当部局に強く訴えていくことが不可欠である。

4. 利根川水系浄水場におけるホルムアルデヒド検出事故

平成24年5月に発生した利根川水系における水質汚染事故は、近年にない大きな影響を水系の浄水場に与えた。利根川水系の8つの浄水場において取水・給水停止の措置が取られ、千葉県内では、5市(36万戸)での断減水が生じ、約87万人の生活に影響が生じた^{4,5)}(図3)。東京都水道局においても、工事のため高度浄水施設を停止していた三郷浄水場の取水・送水を停止し、他の浄水場からの配水に切り替える措置を講じる事態となった。

水道水質事故の原因物質は、ホルムアルデヒド自体ではなく、消毒用の塩素剤と反応してホルムアルデヒドを生成するヘキサメチレンテトラミン(以下、「HMT」という。)という水質関係では未規制の化学物質であった。事故は、埼玉県内の化学メーカーが群馬県内の産業廃棄物処理業者にHMT廃液処理の委託をした際、廃液に関する情報が十分伝わっていなかったことなどから処理が不十分となり、多量のHMTを含んだ処理排水が河川へ流出したことによる。排水中に含まれたHMTは利根川支流の烏川へ流入し、利根川本川を経て、流域の浄水場に到達した。原水に含まれたHMTは塩素と反応してホルムアルデヒドを生成し、浄水処理後の水(以下、「浄水」という。)でのホルムアルデヒド検出に至った。事故の経緯の詳細は、厚生労働省検討会資料等を参照されたい^{4,5)}。

一般的に水質汚染事故は、魚のへい死や油膜、異臭等の兆候により発見され、水系における汚染物質の分布状況等を調査することにより汚染物質の排出源が特定される。しかし、原因となったHMTは、排水基準等が設けられていないため排水や河川水の測定も行われず、無色無臭で魚毒性も低いことため魚のへい死も起こらず、流出しても水源の段階では事故として発見されにくいこと、さらに水質基準でも規定されていないが浄水処理で容易に塩素と反応して水道水質基準に規定されているホルムアルデヒドとなる特性等があった。また、流出の経路も1,4-ジオキサンの事故と同様直接化学物質を扱う事業所からの流出ではなかったことなど、この事故は給水停止に至った影響の大きさだけでなく、水道水質の危機管理

の観点から様々な側面で課題を提起した水質汚染事故であった⁵⁾。

この事故の発覚は、埼玉県の浄水場浄水でホルムアルデヒドが水道水質基準(0.08 mg・L⁻¹)を超えないまでも通常より高い値(0.045 mg・L⁻¹)で検出されたのがきっかけであった。その一週間前に東京都が測定した浄水場浄水のホルムアルデヒドの値は通常レベルであったことから、上記の5事業体の申し合わせにより、浄水場原水浄水の定期試験を週が重複しないよう、かつ通常と違うレベルで検出されたときに情報連絡する取り決めが功を奏して事故を早期に捕らえることができた。

ホルムアルデヒドが原水には検出されず浄水で検出されたことから、事故発生当初より前駆物質が問題であることは明らかであったが、原因物質は不明であった。平成15年にも同様に浄水からホルムアルデヒドが検出された事故があり、そのときの原因物質がHMTであったことから、当初からHMTが疑われていた。しかし、当時はHMTを今回の河川水の濃度レベルで測定する技術が確立していなかったため、原因物質が確定したのは事故が発覚してから6日後であった。物質の最終確定は、国立医薬品食品衛生研究所が行ったが、ほぼ同時期に北千葉広域水道企業団と東京都水道局においてもLC/MSによるHMT分析方法を確立しつつあった。

HMT測定法確立前の汚染源の調査や原水の監視は、サンプル水に塩素を添加してホルムアルデヒドを測定するというホルムアルデヒド生成能測定によって実施された。ホルムアルデヒドを公定法で測定する場合3時間程度かかり、塩素添加後の反応時間も30分程度要するため、事故対応の判断に支障となった。このことから、事故時の簡易迅速な測定も大きな課題として顕在化し、事故後の検討につながった^{4,6)}。

影響を受けた急速ろ過処理を行う浄水場においては、事故当初から粉末活性炭の注入が行われた。後にHMTとホルムアルデヒドは粉末活性炭での除去が困難であることが判明したが、原因物質が不明であったことや他の共存物質の可能性も否定できなかったため、水質汚染事故対応としては適正なものであると考える。一方、高度浄水処理された浄水からは、ホルムアルデヒドが検出されていなかった。調査実験を行ったところ、HMTは塩素処理により速やかに分解(30分で97~98%分解)し、ホルムアルデヒドを生成すると同時にクロラミン類を生成すること、HMTは粉末活性炭処理で除去できなかったこと、今回の水質事故レベルのHMT濃度であれば、オゾン・生物活性炭併用でほぼ100%消失すること、生成物のホルムアルデヒドはオゾン処理では分解せず、生物活性炭処理で除去可能であることを確認した⁷⁾。後の大阪市の検討結果によると、HMTはオゾン処理によって安定的なヘキサメチレン-N-オキシドに変化すると報告されている⁸⁾。ヘキサメチレン-N-オキシドの水道への影響は明らかとなっていないが、今後、HMT汚染の際の高度浄水処理を行う際は、前塩素処理でホルムアルデヒドに変換した上で、生物活性炭で除去するなどの考慮も必要となると考える。

東京都では高度浄水処理を停止していた三郷浄水場の浄水でホルムアルデヒドが水質基準を超えたことから、三郷浄水場からの送水を停止し、他の浄水場の配水量の

増加で対応した。事故直前の三郷浄水場からの送配水量は約70万m³で都内配水量の2割弱をまかっていたが、天候、曜日の関係で配水量が少なかったことも幸いし、給水の断減水には至らなかった。他の水道事業者でも、地下水や他水系の水源地の増量を行った。このようにこの事故においても複数の水源地や浄水場を持つ水道事業者は、事故時に影響のない水源地や浄水場を最大限活用したり、一時的に配水池などで貯水している水道水で、取水停止期間をやり過ごすという水配運用で対応を行なった。

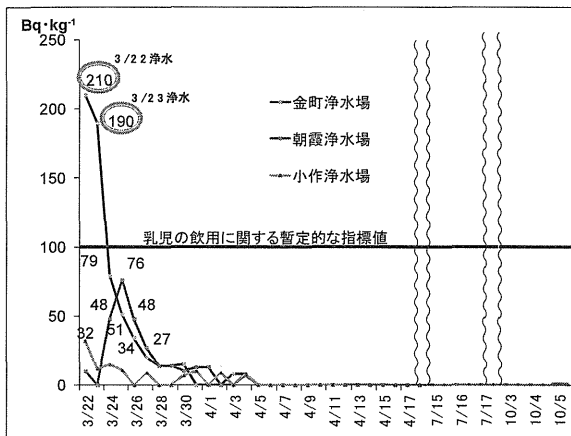
被害を被った場合、水道事業者はその原因者に対し、再発防止の要請を行うほか、状況によっては費用の賠償請求に踏み切る場合もある。このホルムアルデヒド検出事故でも、水道事業者は賠償請求訴訟を提起している。提訴は、平成15年に同様の事故を起こし、HMTが流出した場合、浄水場の塩素処理でホルムアルデヒドが生成することを認知していた化学メーカーに対して行われた(平成27年1月現在係争中)。

5. 震災にともなう原子力発電所被災による放射能事故

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、東北地方を中心とする太平洋岸の地域に甚大な被害を及ぼした。この震災により福島第一原子力発電所が被災し、大気中に放射性物質を拡散させるという未曾有の事態を引き起こした。東京においても3月22日に採水した金町浄水場の浄水で一時的に、放射性ヨウ素が乳児の飲用に係る暫定的な指標値100 Bq・kg⁻¹(厚生労働省通知(平成23年3月21日付 健水発0321第2号))を超えた(210 Bq・kg⁻¹)ため、3月23日午後2時頃、東京都水道局と都の衛生部局である福祉保健局による共同記者会見にて、23区および多摩地区の一部の地域で乳児の飲用摂取を控える広報を行った。これにあわせて都の福祉保健局および産業労働局が主体となって、飲用摂取制限の対象区域内の1歳未満の乳児(約8万人)のいる家庭を対象に飲料水(ペットボトル)の配布を実施し、以降、水道局は浄水の放射性物質について毎日測定し、速やかに公表することとした。

翌3月24日採水の金町浄水場の浄水が79 Bq・kg⁻¹となったことから、同日摂取制限を解除する広報を実施した(図4)。

飲用摂取を控える広報を広範囲にわたって実施するこ



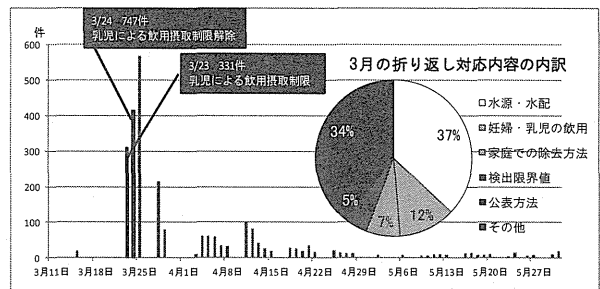
4月5日からはいずれの浄水も不検出(検出限界値未満)

図4 浄水における放射性ヨウ素(I-131)検出状況

とは、水道局としては初めてのことであり、多くのお客さまから問合せの電話をいただき、その対応に追われた。専門的な内容もあるため、水質専門部署を中心に問い合わせの電話対応を行ったが、問い合わせの電話が途切れないような状況であった。東京都水道局のお客さまセンターへの問い合わせの中で、専門的な内容のため水質担当が折り返し対応した件数について推移を図5に示す。

正確な情報が迅速に行きわたるよう、インターネットによる広報や報道機関に情報提供し、報道番組などで情報を伝えるなど、さまざまな手段を講じた。乳児の飲用制限報道後、東京都水道局のホームページにアクセスが集中(図6)し、閲覧ができないという苦情も発生していたため、トップページをテキストデータのみで暫定版へ変更したり、ミラーサイトを作成するなど、よりアクセスしやすくした。現在は、東京都水道局ではツイッターやフェイスブックなどソーシャルネットワークを用いた情報発信も行っているため、今後、事故時の情報伝達に活用が期待される。報道機関に対しては報道発表用資料を渡すだけでなく、各社の担当に直接状況説明し、質問にも丁寧に対応したことが信頼関係を形成し、正確な情報を伝えることにつながった⁹⁾。

放射能測定に関しては、3月15日から17日までは全α放射能、全β放射能の測定を行い、従前の結果と変わらないレベルであることを確認している。3月18日から東京都健康安全研究センターがセンターの給水栓水の放射性ヨウ素(I-131)、放射性セシウム(Cs-134, Cs-137)の測定を開始したためその結果の確認を行い、3月21日からの降雨の影響を考慮して、3月22日からは、金町、朝霞および小作浄水場浄水の放射性ヨウ素および



月	3	4	5	6	7	8	9	合計
件数(件)	1,611	716	179	128	54	19	23	2,730

図5 問合せ折返し対応件数および内容の内訳

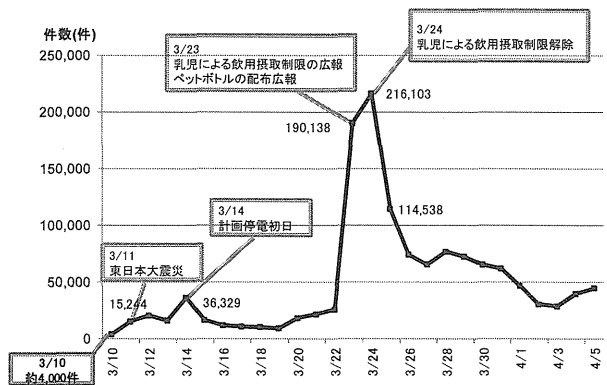


図6 水道局HPトップページアクセス数の推移

放射性セシウムの測定を地方独立行政法人東京都立産業技術研究センターに委託して開始し、上記の事態となった。4月からは公立大学法人首都大学東京にも放射能測定に関する委託契約を締結し測定箇所を増やし、さらに8月には東京都水道局にゲルマニウム半導体検出器を導入して自前で測定を開始し、現在も監視を続け、結果を公表している¹⁰⁾。

これら広報対応や継続的な監視だけではなく、低減化のため浄水処理法の確立や国への要望等の対応も行っている。浄水処理実験により、放射性ヨウ素については凝集沈殿処理前に塩素を $0.5 \sim 1 \text{ mgCl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ 程度注入した後、粉末活性炭を $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度注入する処理方法で50%程度の低減が可能であることや放射性セシウムについては従来の浄水処理過程で十分除去が可能であることなどを確認した^{11, 12)}。また、国に対して、放射性物質が検出された飲用水等に関する統一指針の早期策定等の緊急要望等を行った¹³⁾。

6. おわりに

一般に水道事業体は、規制による水質汚濁発生抑制や水域の水質浄化対策などの実施主体とはならず、水源の水質変動に対して受け身的な存在である。しかし、以上のように水質汚染事故へ対応する中で事故発見や原因究明等の重要な役割を担っているほか、事故による影響を把握するための監視や影響回避のための水道施設の操作を行う。

水質汚染事故には、有害化学物質の水源汚染の他にも、不適切な浄水処理とあいまって発生する病原微生物による健康被害や水道施設の不具合などによる事故もある。これらのさまざまな危害を網羅的に洗い出し、重要な処理の過程を確実に管理するための手法として、水安全計画の策定が推奨されている。しかし、策定率が10%程度(平成24年8月末時点の厚生労働省アンケートで8.5%)⁴⁾と、導入推進が課題となっている。とくに中小規模の水道事業体の未策定率が高く、水源水質汚染事故対応を万全とするために、様々な規模の水道事業体が連携して対応することも必要と考える。多様な化学物質が問題となる中、今後ますます連携の場としての協議会などの重要性が増すと考える。

東京都水道局は、ホルムアルデヒド検出事故後、PRTR情報の活用、事故原因物質の特定のための網羅的分析態勢の確立、汚染物質の河川における流下シミュレーションシステムの改良、事故原因物質の処理性の確

認など事故対応態勢の強化を図っている。今後、これらの知見を流域や他の水系の事業体等と共有し、連携を強化することによって、更なる万全な水質汚染事故対応体制の確立を目指していく。

参考文献

- 1) 厚生労働省(2014)水道原水の水質汚染事故等による水道の被害状況及び水道の異臭味被害状況(平成24年度調査), <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/03.html> (2015年1月時点)。
- 2) 中央環境審議会水環境部会(2008)環境基準健康項目専門委員会(第9回)資料3-1 1,4-ジオキサンに係る課題の整理, <https://www.env.go.jp/council/09water/y095-09b.html> (2015年1月時点)。
- 3) 厚生労働省(2012)平成24年度第1回水道水源における消毒副生成物前駆物質汚染対応方策検討会 資料2-2 利根川・荒川水系水道事業者連絡協議会における対応等について(高橋委員提出資料), <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002gthr.html> (2015年1月時点)。
- 4) 厚生労働省水道水源における消毒副生成物前駆物質汚染対応方策検討会(2013)水道水源における消毒副生成物前駆物質汚染対応方策についてとりまとめ, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kentoukai/shoudoku.html> (2015年1月時点)。
- 5) 金見拓(2013)利根川水系ホルムアルデヒド水質事故の概要と提起された課題, 日本リスク研究学会誌, 23(2), 57-64。
- 6) 山本和興, 佐々木真, 小林利男, 木村慎一(2014)高速液体クロマトグラフによるアルデヒド類分析方法に関する迅速化の検討と妥当性評価, 水道協会雑誌, 83(2), 2-9。
- 7) 金見拓, 阿部進, 土屋かおり, 小林康浩, 今井春江, 小山祐樹, 矢野代一, 舟洞健二, 勝股里紗, 岩永秀, 小野隆司(2012)ヘキサメチレンテトラミンの浄水処理過程での挙動, 水道協会雑誌, 81(10), 28-34。
- 8) 益崎大輔, 田中航也, 平林達也(2014)ヘキサメチレンテトラミンのオゾン処理生成物の同定, 水道協会雑誌, 83(10), 2-8。
- 9) 尾関元, 細川善樹(2014)福島第一原子力発電所事故時における東京都水道局の広報対応, 水道, 全国簡易水道協議会, 159(6), 7-15。
- 10) 東京都水道局浄水(水道水)・原水中の放射性物質の測定結果, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/shinsai/sokutei.html> (2015年1月時点)。
- 11) 小坂浩司, 渡辺崇一, 小林康浩, 佐々木真, 浅見真理, 及川智, 土屋かおり, 大野浩一, 秋葉道宏(2014)放射性ヨウ素と放射性セシウムの粉末活性炭処理, 凝集沈殿処理による除去, 水道協会雑誌, 83(1), 7-22。
- 12) 厚生労働省健康局水道整備課(2014)「東日本大震災水道施設被害状況調査/最終報告書」, pp6-1-6-4, 水道産業新聞社, 東京。
- 13) 東京都福祉保健局・水道局(2011)国に対する緊急要望の実施について, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/h22/press110326-02.html> (2015年1月時点)。

