

風呂、トイレ等の生活用水の確保・供給が必要となる。以下、水道水を用途に分け、用途ごとの必要性及び必要水量を整理した。

① 飲料水の確保⁹⁾

生命維持に必要な水量は、一人一日2~3ℓとされており、地震発生直後の混乱期数日間においては3ℓ以上の飲料水を確保・供給することが必要とされる。

② 医療用水の確保

医療用水は、地震発生直後、家屋の倒壊等で負傷した住民の早期治療や手術等の緊急医療活動を行う上で必要不可欠であり、また入院患者や通院患者は、震災時にも継続して医療を受けることが必要である。断水による医療活動への影響を図2に示した。断水は、冷却用水など設備の冷却用水や医療用水の不足による医療行為へ直接影響を及ぼす。

兵庫県が実施した医療機関へのアンケート調査によると、兵庫県南部地震で、医療行為を停止させた原因の第1番目は、「水道水の供給不能」であり、以下「電話回線の不通および混乱」「ガスの供給不能」「医療従事者の不足」と続く。医療活動への影響は、「人工透析用水」「X線撮影装置」「手術用機材の洗浄」「手洗い用水・清掃用水、入浴用水」が上げられる。このように水道水の医療機関への供給不足は、負傷者や入院患者の治療を妨げることになり、住民の生命の危機をもたらすことになる。

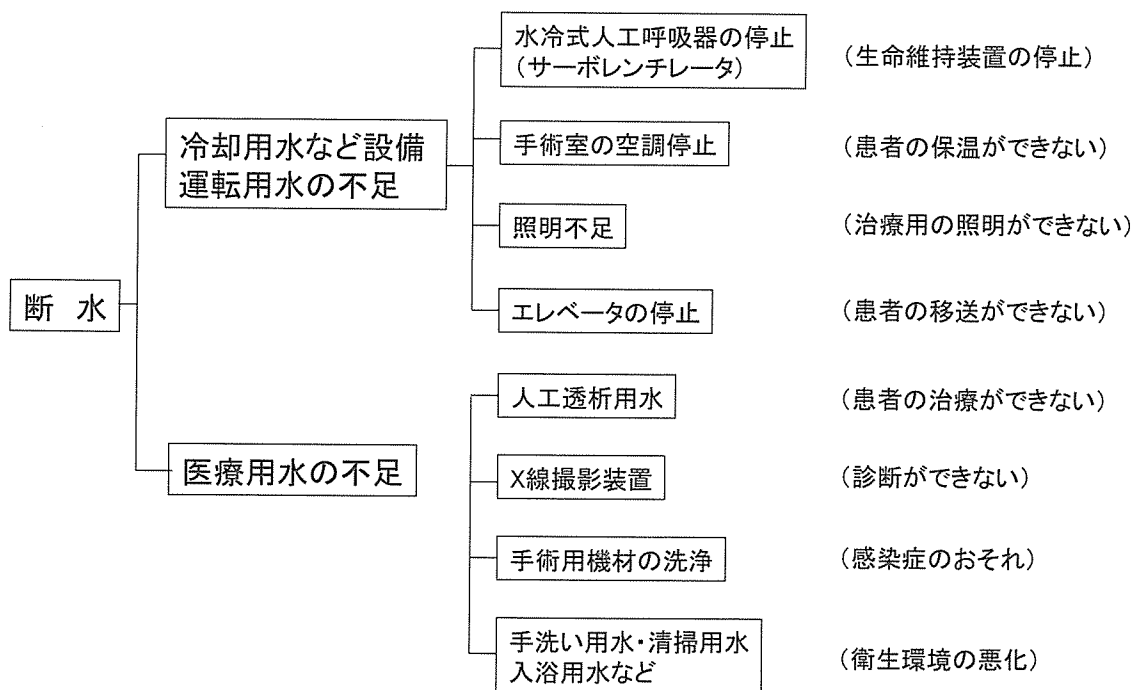


図2 断水による医療活動への影響

③ トイレなど生活用水⁹⁾

地震発生直後の混乱期が一段落すると、炊事、風呂、トイレ等の生活水の確保・供給していくことが必要となる。生活水の必要量は目安として以下のような値となっている。

- ・ 風呂：一人一日 22～53 ℓ (129～180 ℓ・世帯⁻¹・回⁻¹)
- ・ 洗濯：144～235 ℓ・世帯⁻¹・回⁻¹
- ・ トイレ：8～12 ℓ (一人一日 30～57 ℓ)

④ 都市活動水の確保⁹⁾

地震発生後3週間を経過したあたりから、営業用水、事務所用水などの都市活動水の確保が必要となる。銀行では、計算機センターなどの冷却水に水道水を用いており、例えば大手都市銀行の場合、冷却水不足によるコンピュータの停止は、日本はもとよりネットワークを通じて諸外国にも大きな影響を及ぼす。大手都市銀行における計算機センターのコンピュータの冷却水量は以下のとおりである。通常、これらの銀行では独自に2～5日分の水を備蓄している。

- ・ A銀行（国内勘定系、情報系オンライン、国際業務等）：380 m³・d⁻¹
- ・ B銀行（集中処理業務、手形交換業務等）：300 m³・d⁻¹

⑤ その他

災害が発生した場合、最も被害を受ける人たちは、高齢者、障害者、病人、乳幼児等である。政府は、このような人々を「災害時要援護者」と呼んでいる¹⁰⁾。新潟県の発表によると、中越地震の発生時、寝たきりなどで要介護認定を受けた人は要支援を含め県内に約8万4千人、このうち地震で自宅から特別養護老人ホームなどの施設へは約8百人、学校などの避難所へは約3百人もの人が避難したという。特別養護老人ホーム等の重要施設や避難所へは優先的に応急給水が行われるが、水の「量的リスク」はさけられず、トイレ、身体等の洗浄水の不足により衛生環境の悪化をもたらすことになった。実際、トイレが不衛生であったため、トイレの回数を減らそうと水分の摂取を制限したことによる健康障害も報告されている。また衛生環境の悪化は、感染症等の二次災害を引き起こすおそれがあり、感染症が発生した場合、最も被害を受けるのは病原微生物の感受性の強い「災害時要援護者」であり、十分注意が必要である。

(2) 医療用水確保のための対策事例

断水は、住民の生活・活動に大きな影響を与えることになる。特に医療用水は、住民の生命の危機に直結する。以下、新潟県中越地震の事例、国及び地方自治体を実施している対策事例について検討する。

新潟県中越地震でも断水により医療行為を停止した病院が数件あった。特に長岡市内の病院では透析治療を実施しているため、150m³・d⁻¹程度の大量の給水が必要であった。病院は受水槽が大きく、容量が2m³程度の給水車では間に合わないため、酒造メーカ等から大型のタンクローリーの提供（運転手付き）をうけ、運搬給水を行った。

国の中央防災会議では、「首都直下地震対策大綱」の中で、水道・電気等のライフラインは、災害時の救助・救命、医療救護及び消火活動など応急対策活動を効果的に進めるうえで重要となることから、地震時にライフライン機能が寸断することがないように、ライフライン事業者は、特に3次医療機関（高度で専門的な治療が可能な大学病院等）等の人命に関わる重要施設への供給ラインの重点的な耐震化等を進めるよう促している。医療用水の整備方針としては、各医療機関自ら確保することを原則としているが、厚生労働省では、平成17年度予算で、「重要給水施設配水管」への補助を新設し、一定の要件はあるが、地域防災計画等に明記されている拠点病院への耐震管路を補助対象としている。

京都市では、兵庫県南部地震の教訓として、平成13年度に策定した「京都市防災水利構想」の中で、医療用水を「透析・注射及び医療器具などの医療行為に必要となる水と入院患者等の感染防止などに必要となる水」と定義し、それぞれ確保水量と手段を以下のとおり定めている。

- ・ 透析治療を実施していない医療機関： $20 \text{ l} \cdot \text{床}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
- ・ 透析治療を実施している医療機関： $150 \text{ l} \cdot \text{透析治療患者数 (人)}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

医療用水の整備方針としては、各医療機関自ら確保することを原則としているが、緊急を要する医療機関へ優先的な給水体制の確立など、関係機関の協力体制を確立することとしている。大阪市水道局では、平成18年策定の「大阪市水道・ランドデザイン」の中で、震災後の応急医療活動並びに消火活動を支援する水道システムの整備に向けた「救命ライフライン構想」を推進するとしている。

横浜市水道局では、平成18年策定の「災害医療拠点病院等への水道管耐震化10ヶ年計画」の中で、災害医療拠点病院等67か所の応急給水について、従来は給水車による運搬により対応することとしていたが、今後は水道管を耐震化し、災害時に水道管からの給水を継続することにより、医療行為の停止を防止することとしている。

(3) 応急給水の目標設定

応急給水の目標設定においては、応急復旧期間において、被災後の経過日数ごとに、「目標水量」や「運搬距離」を定め、応急給水拠点の配置および応急給水量の確保を図留必要がある。表1-1に応急給水の目標設定例を示した。

表 1 1 応急給水の目標設定例⁹⁾

地震発生からの 日数	目標水量	市民の水の 運搬距離	主な給水方法
地震発生～3日まで	3 ℓ/人・日	概ね 1km 以内	耐震貯水槽、タンク車
10日	20 ℓ/人・日	概ね 250m 以内	配水幹線付近の仮設給水栓
21日	100 ℓ/人・日	概ね 100m 以内	配水支線上の仮設給水栓
28日	被災前給水量 (約 250 ℓ/人・日)	概ね 100m 以内	仮配管からの各戸給水 共用栓

注) 目標水量、運搬距離は、当該地区での井戸水使用等の水確保手段、地形などの条件にできるだけ配慮。

D. 結論

災害対策の策定の際に活用できる情報源については、インターネットで入手可能な主に官公庁、地方自治体等のサイトを検索し、ホームページリストを作成した。また、地震規模は変わらなくても地盤状況や発生する地域特性（中山間地域、都市臨海地域）で被害状況は大きくことなつた。埋設管路については、ダクタイル鉄管や耐震継手(S、SⅡ、NS形)、溶接鋼管等の耐震性認められている管路の被害はなく、管路の耐震化を図ることが重要であると考えられた。自然災害によって発生するリスクは、給水水質が悪化する「質的リスク」と給水停止、給水量の減少、供給水圧の低下に至る状態の「量的リスク」が考えられた。断水が住民の生活・活動に与える影響として、地震発生直後の混乱期数日間においては、被災住民の生命維持を図るための飲料水の確保が必要とされ、地震発生直後の混乱期が一段落すると、炊事、風呂、トイレ等の生活用水の確保・供給が必要となることわかつた。応急復旧は、可能な限り最長4週間を目安に行う必要がある。さらに、医療機関への水道水の供給不足は、負傷者や入院患者の治療を妨げることになり、住民の生命に直接危機をもたらすことになり、医療用水確保のための国、地方自治体での対応策について示すことができた。

E. 参考文献

- 1) 内閣府(2005)中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会参考資料
- 2) 内閣府防災担当ホームページ (<http://www.bousai.go.jp>)
- 3) 厚生労働省(2005)新潟県中越地震水道被害調査報告書
- 4) 加地千春、渡辺裕(2006)災害と新興感染症の危険性、治療学、40(2)、39-42
- 5) Aoki T, Koizumi N, Watanabe H,(2001)A Case of Leptospirosis Probably Caused by Drinking Contaminated Well-Water after an Earthquake, Jpn. J. Infect. Dis., 54 ,243-244
- 6) H Palacio, U Shah,, C Kilborn *etal*(2005)Norovirus Outbreak Among Evacuees from

Hurricane Katrina -Houston, Texas, September 2005, Morbidity and Mortality Weekly Report, 54(40), CDC

- 7) 財団法人水道技術研究センター(2002)近鉄圏における広域防災拠点整備・連携方策策定調査報告書
- 8) 厚生労働省健康局水道課(2006)平成17年度流域水質の総合的な保全・改善のための連携方策検討調査報告書
- 9) 厚生省(1997)水道の耐震化計画策定指針 (案)
- 10) 内閣府(2005)中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会参考資料

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

著書・総説等

- 1) 秋葉道宏. 水道における災害対策. 水環境学会誌 ; 2007 ; 30 (5) : 18-21. (印刷中)
- 2) 秋葉道宏. 上下水道システムに対する地震リスクとその対策. 保健医療科学 ; 2007 ; 56 (1) : 9-15.
- 3) 秋葉道宏. 医療水の確保を. 土木学会環境工学委員会編. 自然・社会と対話する環境工学. 東京 : 土木学会 ; 2007. p. 108-111.
- 4) 秋葉道宏. 水道における震災対策への取り組みについて. 埼玉県保健環境部. 平成 18 年度水道研修会 ; 2007 年 1 月 ; さいたま市. 平成 18 年度水道研修会資料集. p. 1-6.
- 5) 秋葉道宏. 地震と水. 日本水環境学会. 第 15 回日本水環境学会市民セミナー ; 2006 年 8 月 ; 東京. 第 15 回日本水環境学会市民セミナー「災害と水～その日に備えて」講演資料集. p. 29-41.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

該当なし

飲料水に係る健康危機に関連する化学物質の
基礎的情報および健康影響情報の整理

分担研究者 西村 哲治

分担研究報告書

飲料水に係る健康危機に関連する化学物質の基礎的情報 および健康影響情報の整理

分担研究者： 西村 哲治 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部第3室長

A. 研究目的

高い普及率に達した我が国の水道においては、産業活動の際に発生する人為的汚染事故、地震などの自然災害、テロ行為などが原因となって水道水を通じて国民の生命、健康の安全および社会経済活動が脅かされる事態を生じる恐れがある。また、水道法の適応外の飲用井戸や簡易水道、専用水道において発生する水質事故による利用者の健康障害が懸念されている。

WHO 飲料水水質ガイドラインでは、水道水の耐塩素性病原微生物クリプトスポリジウムの汚染問題を契機に危害度分析重要管理点方式（HACCP）の考え方を導入して、水安全計画の重要性を提示している。水安全計画の策定には、水道事業体に対して、水道水に起因する健康被害の未然防止を図ることをねらいとして、水源から給水栓までの水道システム全体を通した潜在的な危害因子の同定と発生する可能性のある危害の重要性を評価に基づき、水道システム監視計画の策定、体系的な水質管理の実施、現状改善策の明確化、異常時対応策の確立などについて、総合的に取り組むことが求められている。

本研究では、水道水等飲料水の有害化学物質に起因する国民の健康の安全を脅かす事態を予防、拡大防止等の危機管理の適正化を図る手法の開発を行うことを目的として、小規模水道、未規制水道および給水施設の適正管理技術の検討、突発的水質汚染事故対応システムの構築、脆弱性診断等の手法等、危機管理手法を開発をすすめる。

本年度は、過去に発生した水道水に関する有害化学物質が原因となる異常報告事例を整理し、原因物質となる可能性の高い化学物質について汚染物質の発生源、水中での動態、経口摂取した場合に引き起こされる健康影響に関する情報の入手方法、健康影響、監視や検出方法、水中での動態等の情報調査を行った。

B. 研究方法

経口摂取した場合に引き起こされる健康影響に関する情報の入手方法は、インターネットの検索サイトを活用して収集を行った。また、国立医薬品食品衛生研究所のホームページからの化学物質とその有害影響に関する検索サイトを利用して、情報の入手方法を検索し、整理を行った。水道水に関する有害化学物質が原因となる異常報告事例は、平成 17 年に報告された事例から整理を行った。また、現場での検出方法については市販の検出用キットなどの情報を入手して、整理を行った。

C. 結果

C-1 化学物質情報検索サイトの調査と整理

化学物質の緊急時における有害情報の検索は、多くの機関でデータベースを構築しており、インターネットで情報を得ることができるようになっている。

日本語の情報サイトは、厚生労働省のホームページから、「化学物質毒性データベース（化学物質毒性試験報告）」、環境省のホームページから、「化学物質の環境リスク評価」、「化学物質の生態影響試験について」、「化学物質と環境」、「PRTP 法対象化学物質情報」、国立医薬品食品衛生研究所のホームページから「国際化学物質安全性カード（ICSC）の日本語版 化学物質の物性、毒性、急性症状、応急処置、火災・爆発等の情報」、「環境保健クライテリア（EHC）の抄録和訳（リスク評価）」、「国際簡潔評価文書（CICAD）の要約和訳（ICSCのリスク評価）」等の情報を得ることができる。

また、健康危機管理関連情報として、広島大学と国立医薬品食品衛生研究所の協力のもとに作成されている「薬毒物分析法 web システム-薬毒物迅速検査法」がリンクされている。その他、「化学剤に関する情報（神経剤、びらん剤、窒息剤など）」、「化学物質による被害事例（化学物質による事故事例データベース）」、「個々の化学物質の情報検索」、「毒物および劇物取締法（毒劇法）」等の情報を得ることができる。

（独）製品評価技術基盤機構 化学物質管理センターの「PRTR 制度対象物質データベース」、「既存化学物質安全性点検データ」、（財）化学物質評価研究機構の「化学物質安全性（ハザード）評価シート」が入手できる。

英語情報サイトとして、以下のサイトがあり、各々のサイトから情報を得ることができる。IPCS（国際化学物質安全性計画）のサイトからは「EHC（環境保健クライテリア）（ABC 順リスト、巻の番号順リストなどから目的の EHC が検索可能）」、「CICAD（国際簡潔評価文書）（ABC 順リスト、巻の番号順リストなどから目的の CICAD が検索可能）」、「INCHEM（Environmental Health Criteria（EHC：環境保健リスト）」、「Concise International Chemical Assessment Document（CICAD：国際簡潔評価文書）」、「Health and Safety Guides（HSGs）」、「International Chemical Safety Cards（ICSC：国際化学物質安全性カード）」、「JECFA Monographs and Evaluations（食品添加物情報）」、「JMPR Monographs of toxicological evaluations（食品中の残留農薬情報）」、「Pesticide Data Sheets（PDSs：農薬データシート）」、「Poison Information Monographs（PIMs：中毒情報）」、「Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors（内分泌かく乱化学物質の科学的現状に関する全地球規模での評価）日本語訳（厚生労働省版）」、ILO（国際労働機関）のサイトからは「International Chemical Safety Cards（ICSC：国際化学物質安全性カード）」、「OECD（経済開発協力機構） Chemical Safety のサイトからは「OECD Integrated HPV Database」、「EXICHEM database」、「Co-operation on the Investigation of Existing Chemicals」、「National Web Sites Links on the Web」、「Intergovernmental Organisations Sites Links on the Web」、「Other Bodies Links on the Web」、UNEP Chemicals のサイトからは「Screening Information Dataset（SIDS）for High Volume Chemicals」、European Chemicals Bureau（ECB）（欧州委員会）からは「Existing Chemicals」、

「New Chemicals」、 「Classification & Labelling」、 「ESIS (European chemical Substance Information System)」、 NLM (National Library of Medicine (米国国立医学図書館) のサイトからは「TOXNET (HSDB (Hazardous Substances Data Bank / NLM)(化学物質の物性、毒性、環境毒性等、情報全般)」、 「IRIS (Integrated Risk Information System / EPA)(人への健康リスク情報)」、 「CCRIS (Chemical Carcinogenesis Research Information System / NCI)(発がん性、変異原性等の情報)」、 「GENE-TOX (Genetic Toxicology / EPA)(遺伝毒性試験データ)」、 「ChemIDplus System」 などがある。

文献検索データベースとして、「PubMed、TOXLINE」、NIEHS (米国国立環境衛生科学研究所) のサイトからは「NTP ホームページ (US National Toxicology Program, NTP Search All Reports, NTP Testing Information and Study Results, Report on Carcinogens (RoC) 11th Report on Carcinogens, Publications, Technical Reports & Abstracts)」、 「Environmental Health Perspectives (EHP)」、 ATSDR (米国有害物質疾病登録局)のサイトからは「Toxicological Profile Information Sheet (全文)」、 「ATSDR Public Health Statement Text Research」、 「ATSDR ToxFAQs MENU (1) | MENU (2)」、 NIOSH (米国国立労働安全衛生研究所) のサイトからは「NIOSH Pocket Guide」、 「Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards」、 「NIOSH Critical Documents」、 EPA (米国環境保護庁)のサイトからは「Chemicals In the Environment:OPPT Chemical Fact Sheets」、 「Envirofacts program system databases (U.S.EPA)」、 「IRIS Database for Risk Assessment」、 States of New Jersey (ニュージャージー州)のサイトからは「Right to Know Hazardous Substance Fact Sheets (New Jersey, Department of Health)」、 National Safety Council のサイトからは「Chemical Backgrounders」、 MSDS (Material Safety Data Sheets)のサイトからは「MSDS (Oxford University)」、 「Vermont Safety Information Resources (SIRI)」、その他には、「NFPA」、 「EXTOXNET Global Search (EXTOXNET)」、 「EXTOXNET Pesticide Information Profiles (PIPs) (EXTOXNET)」 がある。

CAS 番号や EINECS 番号等を調べたい時は、「国際化学物質安全性カード (ICSC) 日本語版」、 「HSDB(Hazardous Substances Data Bank / 米国国立医学図書館)」、 「European Chemicals Bureau(ECB)の Classification & Labelling」 が利用できる。

発がん性や変異原性等の情報は、IARC ホームページから「IARC Monographs Programme on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans」、 「IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans and their Supplements: A complete list」、 「Lists of IARC Evaluations (グループごとの物質リスト)」、 「Some recent and forthcoming IARC Monographs」、 NTP ホームページ (US National Toxicology Program)から「Report on Carcinogens (RoC) 11th Report on Carcinogens」「CCRIS (Chemical Carcinogenesis Research Information System / NCI)(発がん性、変異原性等の情報)」、 「GENE-TOX (Genetic Toxicology / EPA)(遺伝毒性試験データ)」、 「CANCERLIT (NCI) (発がん性情報の文献データベース)」 から得ることができる。

環境毒性等の情報は、「ECOTOX Database (米国環境保護庁のデータベース。環境毒性データ)」、 「IRIS Database for Risk Assessment (米国環境保護庁のデータベース)」、 「HSDB (Hazardous Substances Data Bank)(米国国立医学図書館のデータベース。化学物質の物性、毒性、環境毒性等、情報全般)」 から得ることができる。

以上の検索サイト、リスクや情報の項目等、全て国立医薬品食品衛生研究所のホームページ (<http://www.nihs.go.jp/>) から検索することができる。

その他、(独) 国立環境研究所の「化学物質データベース (webkis-Plus)」、神奈川県環境センターの「化学物質安全情報提供システム-インターネット対応 KIS-NET-」、安全衛生情報センター (中央労働災害防止協会) の「化学物質情報」、日本化学物質安全・情報センター (JETOC) の「OECD：高生産量物質初期評価プロファイルの公開について SIAP (日本語訳) JETOC」、日本化学工業協会 (日化協) の「化学製品情報データベース」など各種のデータベースにより情報の入手が可能となっている。

C-2 化学物質による健康危機に及ぶ可能性のある報告事例

(1) 平成9年度から平成18年度9月までの健康危機に及ぶ可能性のあった報告事例

報告事例総数 902 件の内、化学物質に関する件数は 132 件 (15%) であった。132 件中、水質規準項目超過は 70 件 (53%)、油類に関しては 32 件 (24%)、農薬類は 5 件 (4%)、その他 25 件 (19%) であった。水質基準超過の事例は、全ての事例の 8% に相当した。ただし、新しい水質基準が平成 16 年度より施行されたために平成 16 年度 (22 件) は一時的に増加していた。

浄水では、化学物質に関する件数は総数 96 件中 43 件が報告されており、全体の 45% に相当する。43 件中、水質基準項目超過は 30 件 (70%)、農薬類は 3 件 (7%)、その他が 10 件 (23%) であり、油類に関する件数はなかった。43 件中、給水停止に至った件数は 13 件 (30%)、用途制限は 13 件 (30%)、取水停止は 4 件 (10%)、その他は 13 件 (20%) であった。これらの内 9 件は対応をとっていないが、健康被害は出ていない。9 件の内、4 件は臭素酸が検出された事例であり、浄水処理に使用された次亜塩素酸ナトリウムの品質に原因があったと報告されている。対応として、品質が良い次亜塩素酸ナトリウムに変更していた。2 件は、アルミニウムが検出されたもので、そのうち 1 件は降雨により原水濁度に対応した凝集剤注入の増加ができず、注入された凝集剤の十分な回収ができなかったことが原因と推定されている。凝集処理の適正化、原水監視強化を図ることで対応をとっている。1 件は、配管流速の変化による「赤水」が原因で、鉄、マンガンに関する報告であり、他の 2 件の原因は不明であるが、塩素酸とウランに関する報告であった。塩素酸については、品質が劣化した次亜塩素酸ナトリウムもしくは品質の劣る次亜塩素酸ナトリウムを使用したことによる濃度上昇の結果であろうと推測される。

水道の種類で分類すると、上水道は 18 件 (41%)、簡易水道は 11 件 (26%)、専用水道 5 件 (12%)、その他は 9 件 (21%) であった。

水源の種類では、表流水は 9 件 (21%)、伏流水は 9 件 (21%)、地下水が 14 件 (32%)、その他等が 11 件 (26%) であった。

(2) 化学物質により健康危機に及ぶ可能性のあった具体例

水道水源とする河川の流域では、住民が生活し、様々な産業活動が営まれており、生活雑排水や産業排水が下水処理を経て汚濁原因物質を河川に放出している。これらに含まれる汚濁物質は適正な処理が施される限り、排水基準、環境基準の規制のもとに水道原水の安全性が確保

され、水道水質基準を担保として水道水の安全性は保障され、健康危機をもたらす問題となることはないと考えられる。規制の対象となっている物質は、急性毒性を考慮した慢性毒性影響評価をもとに基準値が定められている。しかし、突発的な水質事故の場合は、時として健康危機の恐れを含むことが起こる。突発的な水質事故では、一時なものであることから、慢性毒性よりも急性毒性や短期的に見られる影響がまず問題である。

そこで、過去に報告された健康危機に及ぶ可能性のあった具体例を整理することにより、危害因子例の抽出を行い、今後発生する可能性のある健康危機を防止する対策の策定に資することとした。

平成 17 年度の飲料水危機管理で報告された内容を整理した。

- ① 藍藻類フォルミジウムテヌエの自然異常発生が原因として、臭気物質の一種である水質基準項目の 2-MIB が 33ng/L および 50ng/L の濃度に達した。異臭の苦情が 866 件あり、粉末活性炭の投与により対応がとられた。
- ② 飲用井戸からアンチモンが検出された。井戸の位置より 5km 上流に現れた廃坑となったアンチモン採掘跡があり、そこから河川への流出したことによる汚染が原因として推測された。このような状況にある飲料用採水地点は、潜在的な危機発生環境があることを認識し、危害可能性因子として日常監視の重点項目とすべきである。
- ③ 地下水からシアンまたはヒ素が検出された報告があった。民間業者が廃液を地下へ注入廃棄したために、地下の下水汚染が発生したことが原因となって、シアンやヒ素による地下水汚染が生じた。
- ④ 浄水で、ウラン濃度が目標値を超過した事例があった。この件では、ウラン濃度の低い配水と混合することで目標値未満として対応した。超過の原因は不明であった。
- ⑤ 深井戸からトリクロロエチレンまたはテトラクロロエチレンが検出された事例が 2 件あったが、原因は不明である。また、閉鎖工場敷地内の土壌および地下水汚染により、1-ジクロロエチレンの地下水汚染が報告されており、引用停止の措置がとられた。
- ⑥ 廃トルエンが地下に浸透する事故があったが、特に被害には及ばなかった。
- ⑦ 河川水へ木酢液（フェノール等）が火災の類焼による事故で流出した。その他、表流水でフェノールを検出した事例報告があったが、この件では浄水への影響はなかった。
- ⑧ 次亜塩素酸ナトリウムが河川水に大量に流出し、魚が大量に死亡したが、取水、配水に影響はなかった。
- ⑨ ボイラーに使用する重油タンクのホースを草刈機で誤って切断したため、A 重油が河川に流出した事例、重油タンクから漏出したために河川に流入した事例、原因不明などによる油臭や異臭の苦情が寄せられた事例が複数あった。その他、ナフサの検出事例の報告があった。

また、表流水で油臭を確認した事例報告がある。この事例では表流水で灯油臭（臭気強度 20 度）を確認し、取水停止と給水停止の措置がとられた。活性炭注入後、送水再開。しかし、浄水池で臭気残留確認し、送水停止し、浄水池の水を排水した。住民には給水車で対応した。配水系における十分な確認ができていなかったため対応が複雑となった事例である。健康被害に

は至らなかったが、確認作業の徹底が重要な要件であったことが表れた事例といえる。情報伝達系の整備と対応策マニュアルの点検箇所の再確認が求められている。

⑩ 品質が不十分な消毒用の次亜塩素酸ナトリウムの注入過多が原因と推測される臭素酸濃度の浄水における基準値が超過する事例が2件あった。このうち一方の事例では、飲用禁止の用途制限がとられ、再検査で基準内になったことを確認した。事例後の研究により、長期保存や品質不適正の次亜塩素酸ナトリウムを消毒用に使用する際、遊離塩素濃度を確保するために注入量が増加し、その結果不純物として含まれる臭素酸の注入量が相対的に増加することが明らかとなった。以後、使用する次亜塩素酸ナトリウムに対する注意が喚起されたため是正された。次亜塩素酸ナトリウムが河川に大量流出する事例も報告されている。

⑪ ポリ塩化アルミニウム注入過多による凝集不完全による濁度上昇があったが、健康被害は報告されていない。凝集沈殿池の自動運転薬注入装置に不具合があったことが原因であった。

⑫ 給水栓でアルミニウムとクロロホルムの基準値が超過した。降雨による原水色度は上昇したが、濁度は上昇しなかったため、凝集不良が起り、凝集剤のアルミニウムが流出した可能性が考えられる。その他、原因は不明であるが、浄水から基準値を超えたアルミニウムが検出された事例が報告されている。

⑬ 崩落事故により PCB 入りコンデンサーが河川に流出したことにより、浅井戸が汚染した事例がある。この事例では、取水停止措置がとられ、配水池、管路内の水の放水除去、給水車による飲用水の応急給水、防災無線による広報が行われた。放出が完了するまで飲用しないことの広報周知と給水車による飲用水の継続供給が行われた。河川水と原水の水質検査により、汚染の危険性がないことを確認した後に取水を再開した。又、汚染の危険性を考慮し、オイルフェンスによる汚染の拡大防止を行った。

平成 17 年度で事例報告されている危害因子は①自然由来②突発事故③人為的事故④誤認識・誤操作が原因に大別される。人為的事故や誤認識・誤操作は努力によりなくすことが可能な事例が多いと考えられ、将来発生しうる因子（事例）として対応策をマニュアル化して未然に防ぐ対策をとることが求められる。現在、策定されているマニュアルは、諸々の危害因子を想定して作成されているが、その上で想定外の事故等が発生することが現実であることに留意すべきである。時としてマニュアルはマニュアル化して柔軟性に欠けることがある。過去の事例を十分活用して現在のマニュアルの補強や見直しを行い、より対応度が高く、発生時に適用しやすいものに改良を日々進めていくことが重要である。

一方、自然由来の危害因子は不測の事態で健康危害の原因となりうることを想定し、常に対策を考慮してはならないであろう。すなわち、取水地域の自然状況や産業活動についても幅広い視野で危害因子を考えるべきである。一方、突発事故に対しては、急性影響を念頭に置き、情報伝達システムの整備と現場従事者の安全を考慮した迅速な対応策がとれる体制作りが必要である。

C-3 緊急時の危害因子の検出法

事故など緊急時においては、汚染物質の厳密な濃度を測定する前に、汚染原因物質が何であるか、どの程度の濃度か、汚染物質混入試料の取り扱いにおける注意、中毒症状が表れた際の応急処置などの初動情報の入手が重要となる。特に、魚類の致死が見られた際には、安全であることの確認作業を進める上でも重要な情報である。

その為には、現場で簡単に操作でき、短時間におおよその結果が得られる分析器具が有効な手段となる。市販品で軽くて小型の分析セットが提供されており、活用することも必要であろう。これらの簡易分析類は、測定を特殊な経験や専門知識を特に必要とせず、比較的安全に操作を行うことができる。

簡易分析キットとして、入手可能なもので、同定・分析可能な項目について調査し、以下に、項目とその分析の原理をまとめた。アルミニウム（測定原理（以下同様）：ECR法）、ヒ素（酸化モリブデン法）、ホウ素（アゾメチンH法）、遊離シアン（4-ピリジンカルボン酸法）、全シアン（ピクリン酸法）、6価クロム（ジフェニルカルバジド法）、全クロム（酸化とジフェニルカルバジド法）、銅（バソクプロイン法、ジエチルジチオカルバミン酸法）、鉄（還元とo-フェナントロリン法、還元とバソフェナントロリン法）、2価鉄（o-フェナントロリン法、バソフェナントロリン法）、鉛（エオシン Y-クラウエンエーテル会合体法、PARI法）、マンガン（過ヨウ素酸法）、硝酸態窒素（還元とグリース変法、還元とナフチルエチレンジアミン法）、ホルムアルデヒド（MBTH法）、フェノール（酵素と4-アミノアンチピリン法）、亜鉛（PANi法、ジンコン法、KCNジンコン法）、銀（TBF法）、金（D-ダミンB法）、ニッケル（ジメチルグリオキシム法）、陰イオン界面活性剤（メチレンブルー壁面附着法）、マグネシウム（チタンエロー法）、フッ素（ランタン-アリザリンコンプレクソン法）、残留塩素（DPD法、ヨウ素法、ヨウ化カリウム法、SAT-3法）、COD（アルカリ性過マンガン酸カリウム酸化法）、水素イオン濃度（混合指示薬法）、全硬度及びカルシウム（フタレインコンプレクソン法、EDTA滴定法）、アンモニウム（インドフェノール改良法、インドフェノール青法）、リン酸（モリブデン酸青法、酵素を用いた4-アミノアンチピリン法）、亜硫酸（ヨウ素法）、二酸化塩素（グリシンとDPD法）、過酸化水素（ヨウ化カリウム法、酵素法）、塩化物（硝酸銀法、塩化銀比濁法）、硫化物（メチレンブルー法）、オゾン（酵素を用いた4-アミノアンチピリン法）、全窒素（還元とインドフェノール青法、アルカリ性ペルオキシソンスルホン酸カリウム分解+還元とエチレンジアミン法、紫外線分解+還元-エチレンジアミン法、紫外線分解+モリブデン青法）、ヒドラジン（p-ジメチルアミノベンズアルデヒド法）、全リン（ペリオキシソンスルホン酸カリウム分解+モリブデン青法）、カリウム（カリボール比濁法）、シリカ（モリブデン青法）、硫酸（硫酸バリウム比濁法）、油分測定用（ポリ（N-イソプロピルアクリルアミド抽出物質測定法）、溶存酵素（酸性インジゴカルミン法）などが比色法や比濁法の原理に基づいた市販品として入手できる。時と場所に応じて、このような手法も有効な手段として利用できる。

また、突発的な油分や有害物質による水質異常に対応するためには、油臭センサーなどの水質自動計測器により連続監視を行い、異常が感知された情報は直ちに取水などを制御する中央

制御センターに通報が入るよう体制も多くの事業体で整えられている。魚類による毒物監視を連続的に行い、原水異常を察知できる体制も整えられている。

D. 考察

D-1 化学物質情報検索サイトの調査と整理

化学物質の緊急時における有害情報の検索は、多くの機関でデータベースを構築しており、インターネットで情報を得ることができるようになっている。求める情報を入手する作業は、一度に簡単に種々のデータベースのサイトにアクセスすることも重要な要素の一つであると考えられる。多くの機関でそれぞれ特徴のあるサイトを構築しているが、多様性と利便性を考慮すると、日常から利用しやすいサイトを検索し、情報の入手に熟知しておくことが有用であると考えられた。一例として、国立医薬品食品衛生研究所のホームページを利用することも有用であることがわかった。

D-2 化学物質による健康危機に及ぶ可能性のある報告事例

報告事例総数 902 件の内、化学物質に関して重篤な健康影響被害が及ぶ事例はなかった。しかし、危害要因は①自然由来、②突発事故、③人為的事故、④誤認識・誤操作と多様な原因により発生している。人為的事故や誤認識・誤操作は努力によりなくすことが可能な事例が多いと考えられ、将来発生しうる因子（事例）として対応策をマニュアル化して未然に防ぐ対策をとることが求められる。現在、策定されているマニュアルは、諸々の危害因子を想定して作成されているが、その上で想定外の事故等が発生することが現実であることに留意すべきである。時としてマニュアルはマニュアル化して柔軟性に欠けることがある。過去の事例を十分活用して現在のマニュアルの補強や見直しを行い、より対応度が高く、発生時に適用しやすいものに改良を日々進めていくことが重要である。

一方、自然由来の危害因子は不測の事態で健康危害の原因となりうることを想定し、常に対策を考慮していなくてはならないであろう。すなわち、取水地域の自然状況や産業活動についても幅広い視野で危害因子を考えるべきである。一方、突発事故に対しては、急性影響を念頭に置き、情報伝達システムの整備と現場従事者の安全を考慮した迅速な対応策がとれる体制作りが必要である。

D-3 緊急時の危害因子の検出法

事故など緊急時においては、汚染物質の厳密な濃度を測定する前に、汚染原因物質が何であるか、どの程度の濃度か、汚染物質混入試料の取り扱いにおける注意、中毒症状が表れた際の応急処置などの初動情報の入手が重要となる。特に、魚類の致死が見られた際には、安全であることの確認作業を進める上でも重要な情報である。

その為には、現場で簡単に操作でき、短時間におおよその結果が得られる分析器具が有効な手段となる。市販品で軽くて小型の分析セットが提供されており、活用することも必要であろう。これらの簡易分析類は、測定を特殊な経験や専門知識を特に必要とせず、比較的安全に操作を

行うことができる。日常から、水質の精緻な分析手法の技術を向上することに加え、簡易な分析手法の導入や使用方法の周知を図り、緊急時対応できる体制作りも検討すべきであろう。

E. 結論

E-1 化学物質情報検索サイトの調査と整理

緊急時に必要となる、経口摂取した場合に引き起こされる健康影響に関する情報の入手方法をインターネットの検索サイトを活用して収集を行った。主として、国立医薬品食品衛生研究所のホームページからの化学物質とその有害影響に関する検索サイトを利用して、緊急時における化学物質の有害情報の入手方法を検索し、活用できるように情報を整理した。

E-2 化学物質による健康危機に及ぶ可能性のある報告事例

平成9年度から平成18年度9月までの健康危機に及ぶ可能性のあった報告事例から、化学物質が原因となった事例を整理し、今後の対応策の策定に資することのできる情報としてまとめた。

総数902件の内、化学物質に関する件数は132件(15%)であった。132件中、水質基準項目超過は70件(53%)、油類に関しては32件(24%)、農薬類は5件(4%)、その他25件(19%)であった。水質基準超過の事例は、全ての事例の8%に相当した。

浄水では、化学物質に関する件数は総数96件中43件が報告されており、全体の45%に相当する。43件中、水質基準項目超過は30件(70%)、農薬類は3件(7%)、その他が10件(23%)であり、油類に関する件数はなかった。43件中、給水停止に至った件数は13件(30%)、用途制限は13件(30%)、取水停止は4件(10%)、その他は13件(20%)であった。

水道の種類で分類すると、上水道は18件(41%)、簡易水道は11件(26%)、専用水道5件(12%)、その他は9件(21%)であった。

水源の種類では、表流水は9件(21%)、伏流水は9件(21%)、地下水が14件(32%)、その他等が11件(26%)であった。

平成17年度で事例報告されている危害因子は、①自然由来として藍藻類が産生する臭気物質、地殻に含まれるアンチモン、②突発事故としてPCB、③人為的事故としてシアン、ヒ素、ウラン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、トルエン、1-ジクロロエチレン、フェノール、次亜塩素酸ナトリウム、油類、④誤認識・誤操作として次亜塩素酸ナトリウム、ポリ塩化アルミニウム、アルミニウム、その他にクロロホルム等が報告されている。過去の事例を検討すると、これらの危害因子は日常の産業活動や業務で身近な化学物質であり、将来も原因となる可能性が認められた。したがって、これらの危害因子については、再度健康被害を生じる可能性のある要因と考え、マニュアルに未然に防ぐ対策や対応策を組み込むことが求められる。現在、策定されているマニュアルは、諸々の危害因子を想定して作成されているが、その上で想定外の事故等が発生することが現実であることに留意すべきで、これらの事例を十分活用して現在のマニュアルの補強や見直しを行い、より対応度が高く、発生時に適用しやすいマニュアルに改良を日々進めていくことが重要であることが明らかとなった。

E-3 緊急時の危害因子の検出法

事故など緊急時においては、汚染物質の厳密な濃度を測定する前に、汚染原因物質が何であるか、どの程度の濃度か、汚染物質混入試料の取り扱いにおける注意、中毒症状が表れた際の応急処置などの初動情報の入手が重要となる。特に、魚類の致死が見られた際には、安全であることの確認作業を進める上でも重要な情報である。そのためには、現場で簡単に操作でき、短時間におおよその結果が得られる分析器具が有効な手段となる。市販品で軽くて小型の分析セットが提供されており、これらは測定を特殊な経験や専門知識を特に必要とせず、比較的 safely に操作を行うことができる。そこで、入手可能な簡易分析キットで、同定・分析可能な項目とその分析原理について調査し、整理を行った。これらのキットは、目的を明確にすることにより日常の厳密な分析を十分補完でき、特に緊急時には有用な手段となることが明らかとなり、使い分けができる体制づくりが重要であることを提言できた。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

該当なし

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 著書・総説等

- 1) 秋葉道宏. 医療用水の確保を. 土木学会環境工学委員会編. 自然・社会と対話する環境工学. 東京：土木学会；2007. p.108-111.
- 2) 秋葉道宏. 水道における災害対策. 水環境学会誌；2007；30（5）：18-21.（印刷中）
- 3) 秋葉道宏. 上下水道システムに対する地震リスクとその対策. 保健医療科学；2007；56（1）：9-15.
- 4) 山田俊郎, 秋葉道宏. 最近 10 年間の水を介した健康被害事例. 保健医療科学；2007；56（1）：16-23.
- 5) 秋葉道宏. 医療用水の確保を. 土木学会環境工学委員会編. 自然・社会と対話する環境工学. 東京：土木学会；2007. p.108-111.
- 6) 秋葉道宏. 水道における震災対策への取り組みについて. 埼玉県保健環境部. 平成 18 年度水道研修会；2007 年 1 月；さいたま市.平成 18 年度水道研修会資料集. p.1-6.
- 7) 秋葉道宏. 地震と水. 日本水環境学会. 第15回日本水環境学会市民セミナー；2006年8月；東京. 第15回日本水環境学会市民セミナー「災害と水～その日に備えて」講演資料集. p.29-41.

研究成果の刊行物・別刷

〈特集：健康を支える水〉

上下水道システムに対する地震リスクとその対策

秋 葉 道 宏

国立保健医療科学院水道工学部

Earthquake Risk and Its Countermeasure for Water Supply and Sewage Systems

Michihiro AKIBA

Department of Water Supply Engineering, National Institute of Public Health

別 刷

保健医療科学 Vol. 56, No. 1, pp. 009~015

2007