

特集：東日本大震災(2) 震災を踏まえた健康安全・危機管理研究の再構築

< 総説 >

震災を踏まえた水道研究のあり方

小坂浩司¹⁾，浅見真理¹⁾，秋葉道宏²⁾

¹⁾ 国立保健医療科学院生活環境研究部

²⁾ 国立保健医療科学院統括研究官（水管理研究分野）

Future research area of water supply in light of the damage
caused by the Great East Japan Earthquake

Koji KOSAKA¹⁾, Mari ASAMI¹⁾, Michihiro AKIBA²⁾

¹⁾ Department of Environmental Health, National Institute of Public Health

²⁾ Research Managing Director, National Institute of Public Health

抄録

東日本大震災によって、水道施設、水道管は大きな被害を受けた。また、原子力発電所の事故にともなう放射性物質の放出により、水道水中から、飲食物摂取制限に関する指標値（飲料水）、食品衛生法に基づく暫定規制値（牛乳・乳製品）を超える放射性ヨウ素が検出される地域もあった。

厚生労働科学研究における、水道分野での健康安全・危機管理研究の課題の推移について見たところ、平常時における安全、安心に対する課題が多かった。このため、これら研究の成果は、水道水質基準やガイドラインの作成に活用されているが、今回の大震災への直接的な活用は、限定的であったと推測された。今後は、現在の研究に加えて、震災時の応急活動（応急復旧・応急給水）やテロ対策等の緊急時を対象とした健康安全・危機管理研究も検討していくことが望まれると考えられた。また、放射性物質の問題は、国内の水道においてこれまで体験したことがない問題であり、知見は不足しているため、今後とも継続して研究していく必要がある課題であると考えられた。

キーワード：水道、震災対応、応急復旧・応急給水、放射性物質

Abstract

Waterworks facilities and water pipes were extensively damaged by the Great East Japan Earthquake. Furthermore, in some areas, radioactive iodine was detected in quantities that exceeded the regulation values relating to limits on food and drink ingestion issued by the Nuclear Safety Commission of Japan and/or the tentative criterion established by the Food Sanitation Law.

Research themes relating to health, and safety and crisis management of water supply areas by the Health and Labor Sciences Research Grant were mainly concerned with safety and security under normal circumstances. These research findings were used for the establishment and revision of drinking water standards and/or guidelines in Japan. However, it was presumed that the usage of these research findings was limited. Therefore, it was decided that in future, conducting research of not only normal situations but also emergency situations (e.g., emergency rehabilitation, water supply, and anti-terrorism) was required. Until the explosion at the nuclear power plant caused by the Great East Japan Earthquake, contamination of drinking water by

連絡先：秋葉道宏

〒 351-0197 埼玉県和光市南 2-3-6

2-3-6, Minami, Wako-shi, Saitama, 351-0197, Japan.

Tel: 048-458-6271

Fax: 048-458-6272

E-mail: akiba@niph.go.jp

[平成23年12月26日受理]

radionuclides had not been experienced in Japan. To date, research findings relating to radionuclides in drinking water and environmental waters are very limited. Thus, it was decided that such research should be regularly conducted.

Keywords: water supply, disaster action, emergency rehabilitation and water supply, radionuclides

(accepted for publication, 26th December 2011)

I. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、地震動とそれともなう津波によって、社会基盤設備の一部であるライフラインの途絶は人びとの生活を脅かした。水道については、管路の破損等により、ピーク時に約 220 万戸が断水した [1]。断水の発生は、飲料水、炊事用水の他、入浴、洗面、洗濯、トイレの使用などにも支障をきたし、衛生環境にも大きな影響を及ぼす。また、医療活動や消火活動にも影響を及ぼし、多くの人命が危険にさらされることになる。

また、福島第一原子力発電所事故により、多量の放射性物質の環境中への放出があり、首都圏を含む広い地域で水道水から放射性物質が検出された。水道水(あるいは浄水)中の放射性ヨウ素の放射能が、原子力安全委員会が定めた飲食物制限に関する指標値(飲料水: 300 Bq/kg)、食品衛生法に基づく暫定規制値(牛乳・乳製品(乳児): 100 Bq/kg)を超過した水道事業者もあった。水道水中の放射性物質汚染は、国内においては、はじめての経験であった。

厚生労働科学研究(その前身の厚生科学研究を含む)は、行政施策に対する科学的根拠の提供や対象分野の課題を解決していくための目的志向型の研究である [2]。水道分野においても、その時々水道を取り巻く問題を対象に研究課題が設定され、遂行されてきた。研究体制は、国または独立行政法人の研究機関、大学、地方衛生研究所、公益法人、

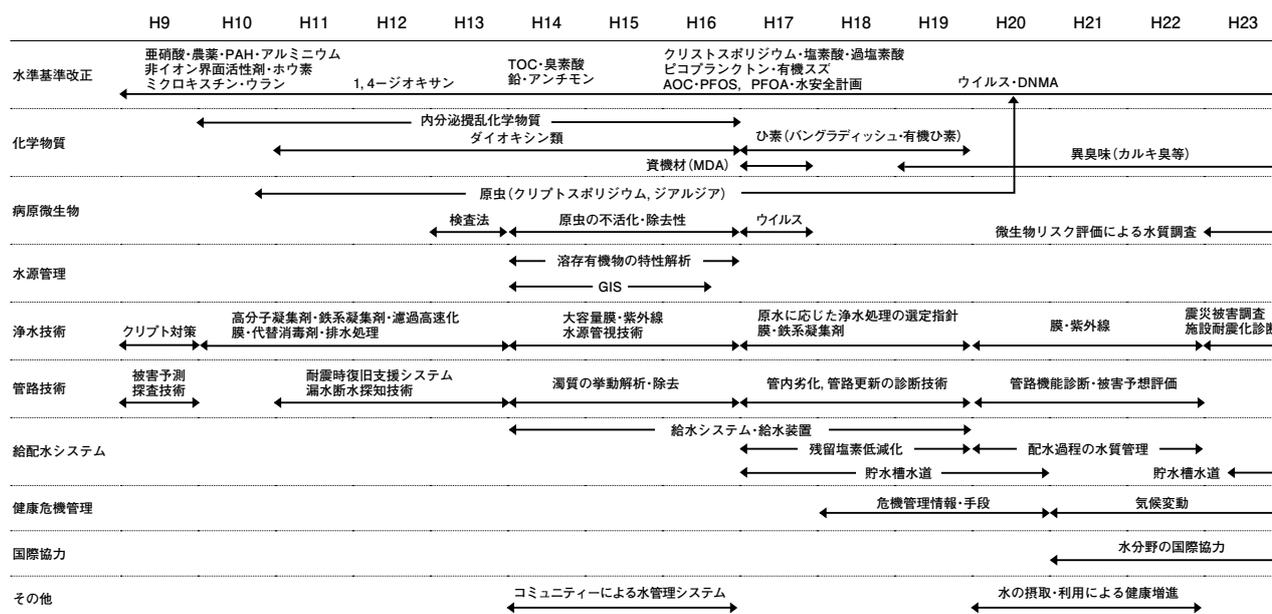
水道事業者、企業等、様々な機関によって構成され、学術的、実際の両面から研究が進められてきた。その成果は、水道行政および水道事業に活用されてきた。東日本大震災では、上述したように、水道事業にも大きく影響を及ぼした。この大震災を受けて、今後、厚生労働科学研究においてどのような研究課題を実施していくことが望ましいかを考えていくことは必要であると考えられる。

本稿では、厚生労働科学研究におけるこれまでの水道に関連した研究の動向について概観し、今回の大震災への活用について議論する。そして、現時点では大震災の実態把握やその対応の評価が十分なされていないが、今後、水道における健康安全・危機管理研究で追加していくことが望ましい課題について整理する。なお、平成 15 年に、「水道分野の調査研究の方向性について」の中間取りまとめ [3] が公表された。本稿では、この内容について個別には採り上げなかったが、10 年近く経った現在でも重要である課題は多く、執筆にあたり参考にさせていただいた。

II. 水道における健康危機管理研究分野の研究について

表 1 に、厚生労働科学研究で、これまで実施されてきた水道分野に関連した研究について、時系列的に、その内容を分類したものを示した。分類は、著者らが、研究課題名

表 1 厚生労働科学研究における水道に関連した研究課題の推移



や内容から区別したものであり、公式なものではない。表中の研究は、厚生労働科学研究のうち、健康安全・危機管理研究事業（その前身の研究事業を含む）で実施されてきたものが中心であるが、それ以外の研究事業において実施されてきたものも含んでいる。

表からわかるとおり、水道分野に関連した安全、安心に係わる研究が、広範囲に渡って継続的に実施されてきた。各分類について見てみると、水質基準改正では、水質基準値や目標値の変更が検討されている項目、WHO 飲料水水質ガイドラインに新たに設定した項目、ガイドライン値の変更が行われた項目について、国内水道での検出状況や対応可能性の評価が行われている。また、未規制物質について、先駆的に測定方法の検討や実態調査等を行っている。化学物質や病原微生物では、関心の高まっている個別の項目（群）を対象として研究を行っている。このように、化学物質や病原微生物といった項目の視点から課題が設定されている一方、水道システムの要素の視点からの研究も実施されてきた。すなわち、水源管理、浄水技術、管路技術、給配水システムといった水源流域から給水栓に至る各要素について、安全な水道水の製造・供給に対する危害への対応を検討してきた。

個別の課題について見てみると、平成7年に起こった阪神・淡路大震災後に、管路の被害予測等の震災関連の研究が、平成8年に起こった埼玉県越生町での水道水を介したクリプトスポリジウムによる集団感染発生後には、その測定方法、実態調査、浄水処理技術に関する研究が実施された。また、内分泌攪乱化学物質、ダイオキシン、気候変動といった研究も実施されている。すなわち、その時々水道に関わる優先的な問題を研究課題として取り上げてきたと言える。加えて、これまでの水道における健康危機管理情報の整理や解析、国際協力、水の摂取と健康増進等、項目や水道システムの要素以外に分類される課題についても研究が行われてきた。

これら各研究から得られた知見は、水道水質基準項目やその関連項目の改正、ガイドラインや手引き等の作成に対して、幅広く有効に活用されてきた。また、それらに直接的に関連していない課題においても、学会発表や論文発表等を通じて情報提供が行われ、日本の水道分野の技術の発展に寄与してきたと考えられる。

一方で、将来の水道全体の政策課題を概観するために、厚生労働省が平成16年6月に策定、平成20年7月に改訂された、水道ビジョン[5]を取り上げる。その中で、危機管理に関連する政策課題と重点取組項目（キーワード）を抽出すると、表2のとおり整理することができる。政策課題の5番目の「災害対策等非常事態への対応の充実の必要性」では、具体的な内容として、水道事業者等に対し、地震などの自然災害や水質事故の発生のほか、テロ、情報・システム障害、新型インフルエンザ流行等感染症流行等の非常事態においても、生命や生活のための水の確保が求められているため、基幹的な水道施設の安全性の確保や重要

施設等への給水の確保、さらに、被災した場合でも速やかに復旧できる体制の確保等が必要とされている。本稿では、経営や運営基盤を中心とする内容については深く触れないが、水道事業の安定性、持続性の観点からも非常に重要な課題であると考えられる。特に中山間地域においては、施設が被災、老朽化すると、更新を行うための財政基盤を確保することが難しい場合があり、都市計画や社会福祉上の観点からも、医療機関の配置、商店の配置、交通機関の確保等と同様の課題がある。

表2 水道に関する政策課題と重点取組項目（危機管理関連）

<p>◎政策課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水源の水質の悪化と水源から給水栓までの水質管理の課題 ・貯水槽水道及び給水管・給水用具の管理不徹底 ・未普及地域存在と未規制水道における衛生管理の不徹底の問題 ・汚染リスクに係るリスクコミュニケーション ・災害対策等非常事態への対応の充実の必要性 ・更新期を迎えた40兆円の水道資産と人口減少、施設の計画的な更新・再構築 ・運営形態の多様化、資金の確保 ・需要者のニーズへの的確な対応、需要者の視点に立った事業運営 ・水道文化・水道技術継承の危機 ・技術革新、技術開発
<p>◎重点取組項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道の運営基盤の強化 アセットマネジメント手法、新たな広域化、運営基盤の強化、運営形態の最適化、技術者の大量退職、技術の継承、業務評価、事後監督手法、最適な事業形態、持続可能な水道、人口減少社会（少子化） ・安心・快適な給水の確保 飲用井戸、逆流防止措置、給水管・給水用具の信頼性の向上、クロスコネクション、水質管理技術、水質管理対策、貯水槽水槽、直結給水、鉛製給水管、未規制施設対策、水安全計画 ・災害対策等の充実 濁水対策、基幹施設の耐震化、危機管理マニュアル、気候変動、緊急時用連絡管、健全な水循環、災害発生時の事後対策、地震対策、水道施設の耐震化、石綿セメント管、面的な安全性確保

Ⅲ. 東日本大震災における研究成果の活用

東日本大震災による被害の特徴は、福島県、宮城県、岩手県、青森県の他、首都圏まで広域に被害が及び、応急復旧活動に支障をきたしたこと、薬品製造工場等の被災により浄水処理に必要な塩素や活性炭等の薬剤が逼迫したこと、原子力発電所事故に伴う計画停電の実施により、長期的な電力供給不足となりピーク電力の削減等が求められたこと、沿岸部の浅井戸等では、津波により海水が浸水、流出したため、水位が低下したあとも塩化物イオン濃度が上昇し、取水不能の状況となったこと、また、環境省が実施した地下水環境基準項目及びダイオキシン類の調査（青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県）[6]によると、鉛、ヒ素、塩化ビニルモノマー、テトラクロロエチレン、ふっ素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素など人の健康保護に関する環境基準ダイオキシン類を上回った地点も見られたこと、等が上げられる。

水道施設（浄水施設、水道管路等）の被災に対しては、平常時より、施設の機能診断・被害予測を行い、耐震化を推進することが重要である。今回の大震災においても、水道施設は甚大な被害（写真1, 2）を受けたが、これまでの巨大地震と同様に耐震管路は、優れた耐震性能を発揮したことが報告された [1]。水道施設の機能診断・被害予測の研究については、表1のとおり、継続的に進められており、その成果の一部は、厚生労働省が策定した「水道の耐震化計画等策定指針」[4]に活用された。

震災発生直後から、全国の水道事業者が現地へ赴き、応急復旧・応急給水活動を行ってきた（図1）[7]。しかし、これらの応急活動については、これまでの厚生労働科学研究で研究課題としては、取り上げてこなかった。この理由として、応急活動は、実務的であるため、社団法人日本水道協会、各水道事業者独自に検討が進められたことによる。



写真1 東日本大震災による配水池の倒壊 [1]



写真2 東日本大震災による水道管の被害 [1]

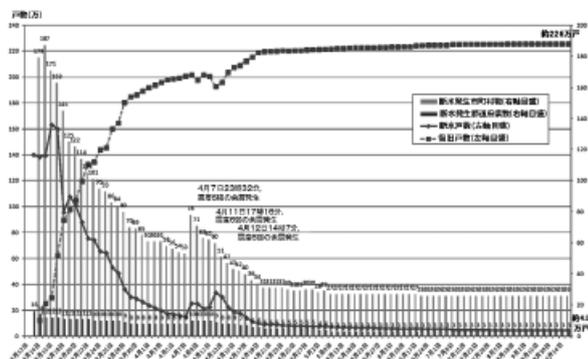


図1 東日本大震災における水道の復旧状況 [5]

その成果の一つとして「地震等緊急時対応の手引き」[8]を策定し、応急活動の行動指針を示している。今回の大震災は、被害の広域化等により、これまでの特定の地域に集中した応急活動では支障をきたした。今後は、広域災害に対しての指揮命令系統、応急支援活動も研究課題として取り上げる必要がある。

浄水処理に必要な薬剤の不足、電力の使用制限もあり、水道施設の運転に大きな影響を及ぼした。これまで、例えば、表1に示すとおり「原水に応じた浄水処理の選定指針」の環境低負荷型（省エネ）浄水処理技術の開発、「気候変動」の気候変動による水道システムへの影響評価及び適応策の研究成果の一部が結果的に重要な知見を提供したと考えられる。

飲用井戸の化学物質汚染が引き起こされたが、その対応については「危機管理情報・手法」「気候変動」の成果が提供できると考えられる。

また、今回の大震災では、原子力発電所事故に伴い環境中に放出された放射性物質が、各方面に大きな影響をおよぼした。水道においても、水道水や浄水発生土から放射性物質が検出された [9,10]。水道事業者の応急活動に支障をきたした。国内において、放射性物質の浄水処理性についての実験室規模実験の報告 [11-13]があるが、これらは数十年前のものであった。また、チェルノブイリ原子力発電所事故発生時には浄水場での実態調査等 [14,15]が報告されているが、一時的なものであった。近年では、文部科学省による水道水中の放射性物質の定期測定はあるものの、水道での放射性物質対応に関する研究は行われておらず、特に、多量の放射性物質放出への水道での対応は検討されていなかった。したがって、厚生労働科学研究で研究課題となることはなかった。このため、今回の事故発生後は、水道においても様々な対応がとられてきた [11,12]が、これまでの研究成果を活用するという点にはならなかった。

IV. 水道における今後の健康危機管理研究

水道においてこれまで行われてきた健康危機管理研究は、2節で述べてきたように、水質基準の改定やガイドライン作成に活用される等、我が国の水道水の安全、安心な供給に対して、貢献してきた。しかし、その多くが平常時における健康危機管理を対象としたものであったため、その知見が、今回の大震災への対応に活用できなかった点もあったと考えられる。そのため、現在実施されている研究課題に加えて、震災等、緊急時の健康危機管理を対象とした研究も加えていくのが望ましいと言える。

水道における放射性物質については、震災当初は、水道水中から放射性物質が検出されていたが、現在は不検出の状態が続いている。また、平成24年4月1日から、水道水中の放射性セシウムについて、現在の指標値（200 Bq/kg）より小さい値となる、新たな目標値（10 Bq/kg）の適用が検討されている [16]。このように、水道水中の放射

性物質の問題は落ち着いてきているようにも見えるが、水道分野での放射性物質の研究は緒についたばかりであり、今後さらに知見の集積が望まれる。

以下に、今回の震災を踏まえ、今後、新たに実施していくのが望ましい、または継続していくのが望ましいと考えられる研究課題の例を述べる。

1. 震災時の応急活動

今回の大震災は、同時に広範囲が被災対象となったこと、地方部で応援活動地域によっては住居が広く点在していたこと、被災水道事業体の職員数が少なかったところも多かったこと、津波によって地図等が失われたため応急活動が遅れた等、これまでの震災とは異なる状況が幾つもあった。既存の手引きは、都市型の阪神・淡路大震災での経験を元に策定されている場合が多いため、これらの点は、必ずしも考慮されていない。また、緊急時の給水計画についても、小規模水道事業体では作成できていないことが多いと考えられる。今回の大震災を踏まえた、応急活動や情報管理のあり方についての調査研究、小規模事業体向けの給水計画の策定などが求められると考えられる。ただし、応急活動は、実務的なことであるため、事業者と連携するだけでなく、研究者も実際の訓練や応急活動に参加することで、その理解が深まると考えられる。今回の大震災でも、医療施設への応急給水の重要性は数多く報告されており、特に災害拠点病院や透析医療機関等が医療活動に支障をきたさないような応急給水体制のあり方について検討が必要である。災害医療等のあり方に関する検討会の報告書[17]の中で、災害拠点病院の今後の方針として、飲料水の備蓄が盛り込まれており、その備蓄水の残留塩素保持等の衛生管理のあり方について検討する必要がある。

2. 大震災による被害状況や教訓の整理

現地調査団による大震災による水道施設への被害状況は、既に報告書が作成されているが[1,17]、全被災地を対象としたものは、より時間をかけて作成されていくと考えられる。これらの情報は、今後の震災対策に対し、研究的にも実際的にも非常に参考となると推測されるため、多くの機関が協力し、できるだけ詳細なものとなることが期待される。

3. 震災による水道システムの減災化技術と早期復旧技術

水道施設の耐震化等、震災にも耐えうる水道システムの構築は重要であるが、一方、震災によって水道システムが機能停止することを想定し、脆弱性評価、減災化技術、早期復旧技術の検討が必要である。

4. 水道水の放射性物質の低減化方策

放射性セシウムは、半減期が長いことから、土壌等に蓄積したものが、降雨等により河川に流出、地下に浸透する可能性もある。そのようなリスクが高いと考えられる水道システムを抽出するとともに、その低減策について検討す

ることが必要である。また、国内各地にある原子力発電所を対象に、そこからの放射性物質が放出された場合を想定して、水だけでなく大気や土壌等の他媒体も考慮した、放射性物質の挙動についてシミュレーションを行い、それらを活用して、全国の流域での代表的なモニタリング箇所と体制を構築していくことが望まれる。放射性物質の浄水処理性の知見も限定的であるため、様々な核種を対象に検討するとともに、代替物質を用いた評価手法についても検討を行う必要があると考えられる(図2)。

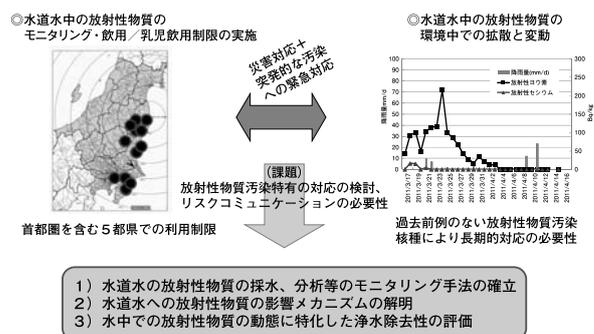


図2 水道水の放射性物質の低減化方策に関する概念図

5. 水道におけるリスクコミュニケーション

今回の放射性物質の問題では、リスクコミュニケーションの重要性が再認識されており、放射性物質に限らず、水道分野を広く対象としたリスクコミュニケーション手法の検討が望まれる。

6. 緊急時の水質測定方法と水質測定のあり方

緊急時には、測定精度以上に、簡便で迅速な測定方法が求められる。緊急時に即した水質測定法の整理と開発、および緊急時の水質測定はどのような項目をどのように行うべきかについての検討が望まれる。

7. テロ対策

自然災害だけでなく、テロ対策についても十分起こりうるとして対応の検討が必要である。最近、話題となっているサイバーテロについても同様である。

V. おわりに

厚生労働科学研究において、水道分野での研究は、これまで平常時における安全、安心に関する研究が中心であった。今後は、東日本大震災を踏まえて、緊急時を対象とした研究についても検討していくことが望ましいと考えられた。また、放射性物質といったこれまで考慮してこなかった課題についても、知見は少ないため、継続して研究を進めていくべきであると言える。

加えて、現状、考慮していない問題も、今回の大震災の場合のように、新たに出てくるものが十分にありうる。そのようなときに、想定外とならないよう、現在の研究範囲

にこだわらず, 常に幅広い視野での研究課題の探索を継続していくことも必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 厚生労働省健康局水道課, 社団法人日本水道協会. 平成 23 年 (2011 年) 東日本大震災水道施設被害等現地調査団報告書. 2011.
http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/houkoku/suidou/dl/111101_zentai.pdf (accessed 2011-12-29)
- [2] 厚生労働省. 厚生労働科学研究費とは.
<http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/kenkyujigyou/pdf/rf-about.pdf> (accessed 2009-09-28)
- [3] 水道関連調査研究検討会. 水道分野の調査研究の方向性について中間とりまとめ. 2003.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/jouhou/kentoukai/dl/1.pdf> (accessed 2009-09-28)
- [4] 厚生労働省健康局水道課. 水道の耐震化計画等策定指針. 2008.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/suidouhou/tuuchi/dl/07.pdf> (accessed 2011-12-29)
- [5] 厚生労働省健康局水道課. 水道ビジョン (平成 20 年 7 月改訂). 2008.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/vision2/dl/01.pdf> (accessed 2012-01-03)
- [6] 吉田延雄. 被災地における水環境のモニタリング体制の確立と実施. 用水と廃水. 2012; 54(1):60-9.
- [7] 厚生労働省. 平成 23 年 (2011 年) 東日本大震災の被害状況及び対応について (第 104 報). 2011.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001pudj.html> (accessed 2011-12-29)
- [8] 社団法人日本水道協会震災対応等特別調査委員会. 地震等緊急時対応の手引き. 2008.
http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/kinkyutaiau_tebiki/tebiki_all.pdf (accessed 2011-12-29)
- [9] 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とりまとめ. 2011.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001g9fq-att/2r9852000001g9jp.pdf> (accessed 2011-12-29)
- [10] 浅見真理, 秋葉道宏. 水道水中の放射性物質の概要と課題. 保健医療科学. 2011;60(4):306-13.
- [11] 大塩敏樹. 一般浄水処理における放射性核種の挙動特に砂ろ過によるコロイド性核種の除去について. 水道協会雑誌. 1960;310:59-64.
- [12] 大塩敏樹. 砂ろ過によるセシウム 137, ストロンチウム 90 の除去について. 水道協会雑誌. 1960;306:42-7.
- [13] 小林宇五郎, 大関三郎, 相田晴子, 山本ヒサ. 水の放射能除染に関する基礎試験. 水道協会雑誌. 1969;417:30-7.
- [14] 江角周一, 藤井幸一, 寺井邦雄, 山本春海. 水道原水及び管末水に現れたソ連チェルノブイリ原子力発電所事故の影響. 鳥根衛公研所報. 1986; 28: 48-52.
- [15] 本間悟, 高橋正, 山垣浩司. チェルノブイリ原子力発電所事故による新潟市上水道の放射能汚染と活性炭による除去実験. 水道協会雑誌. 1988;640:24-9.
- [16] 水道水における放射性物質対策検討会. 水道水中の放射性物質に係る指標の見直しについて (案). 第 5 回水道水における放射性物質対策検討会資料 2. 2011.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001zamk-att/2r9852000001zark.pdf> (accessed 2011-12-29)
- [17] 災害医療等のあり方に関する検討会報告書.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001tf5g-att/2r9852000001tf6x.pdf> (accessed 2012-1-6)
- [18] 財団法人水道技術研究センター. 東日本大震災「浄水技術等支援チーム」現地調査報告書. 2011.
http://www.jwrc-net.or.jp/shien-team/20110714_houkoku.pdf (accessed 2011-12-29)