

や流通の復旧を待たずに利用できる利点がある。また、物資が潤沢な平常時に現物を確保しておくため、工場の被災や計画停電による供給量減少、燃料不足による物流の減少による影響を受けない。現物備蓄と流通備蓄それぞれのメリット・デメリットを吟味し、今回のような大規模災害を想定した備蓄のあり方について検討し直す必要がある。

7. 災害時要援護者の把握

Q3-1の災害時要援護者の把握については、「栄養士ではなく、保健師が把握している場合」、「災害時要援護者の名簿や台帳はあるが、食に関するニーズは分からない場合」、「妊産婦は母子健康手帳の発行等で、乳幼児は出生連絡票や乳幼児健康診査等で把握しているが、災害のための把握しているわけではない場合」、「小さな町なので、担当者は該当者を把握しているが、災害時の食生活支援が迅速におこなえるように把握しているわけではない場合」、「該当者全員ではなく、一部の申請者のみ把握できている場合」、「特定疾患患者までは把握しているが、透析患者までは把握していない場合」等は「把握している」に該当するののかといった問い合わせが多く寄せられた。また、住民情報を管理するネットがあるが、それをもって把握していると回答してよいのか、該当者は把握しているが、昼間どこにいるかまでの情報は分からないなど、把握の範囲や程度に関する定義があいまいであったために、回答者の混乱を招いた。問い合わせなしで回答者の判断で記入されたケースも多いと考えられるため、回答の基準がまちまちであり、今回の集計結果がどの程度解釈可能か疑問が残る。

8. 災害時要援護者への指導

近年、自然災害が多発していることから、ほとんどの自治体で、防災訓練やパンフレットの配布など、住民全般についての啓発活動はおこなわれていると思われるものの、災害時要援護者に特化した指導や助言はほとんどおこなわれていなかった。在宅療養支援診療所の利用者を対象にした調査によると、行政の広報紙等による防災対策の情報について、在宅患者や利用者は、意識・認識しつつも、災害への対策を準備していないのが現状であった⁹⁾。行政は、在宅療養支援診療所や訪問看護ステーションなどの地域の医療機関や災害時要援護者と平常時から関わりの強い福祉施設・事業者と連携しながら、災害時要援護者への指導を徹底していく必要がある。

9. 保健所に期待する技術的支援

市町村栄養士の半数以上が災害時の栄養・食生活支援に関する研修や指導を受けていた。その一方

で、災害発生時に栄養士としての専門性を発揮するための準備を何もおこなっていないと回答した栄養士も半数を超えた。情報提供を含め、保健所からのより積極的な働きかけが期待される。また、災害発生時には、地域を知り、全体を見渡せる立場にある保健所管理栄養士には、関係機関との連絡・調整の役割が期待されていた。

V 結 語

1. 災害時の対応のように、部局を横断する問題に対しては、部局間連携調整がカギであり、日頃からの連携が必要である。

2. 5割以上の市町村で、災害時の炊き出しに学校給食施設等の利用を想定していた。

3. 水や食料の備蓄が地域防災計画に示す品目・量を「満たしている」のは全体の20.4% (264市町村)であった。

4. 栄養士が配置されていないと対応が進みにくい様子がうかがわれた。

5. 大綱を示した地域防災計画に加えて、具体的な活動の指針として災害時の食生活支援活動のための対応マニュアルの整備等が望まれ、そのための保健所からの支援が期待されるが、実際に支援を受けていた市町村は3割未満であった。

調査にご協力いただきました市町村の皆様にお礼申し上げます。

本研究は平成22年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「災害・重大健康危機の発生時・発生後の対応対策及び健康被害抑止策に関する研究」(研究代表者:尾崎米厚)の分担研究として実施されました。

なお、本研究は筆頭著者が国立保健医療科学院に所属している時期におこなわれました。

(受付 2011. 5.18)
(採用 2011. 8.22)

文 献

- 1) 須藤紀子, 吉池信男. 県型保健所管内市町村における災害時の栄養・食生活支援に対する準備状況. 栄養学雑誌 2008; 66: 31-37.
- 2) 須藤紀子, 澤口真規子, 吉池信男. 災害時の食生活支援のための管理栄養士養成教育のあり方に関するグループインタビュー. 日本栄養士会雑誌 2012; 55: (印刷中)
- 3) 須藤紀子, 澤口真規子, 吉池信男. 災害時の栄養・食生活支援に関する協定についての全国調査. 日本公衆衛生雑誌 2010; 57: 633-640.
- 4) 奥田和子. 震災下の「食」: 神戸からの提言. 東京: 日本放送出版協会, 1996; 71.

- 5) 丸谷宣子. 災害直後の公衆栄養問題に対する地域内自衛システムの検討. 日本公衆衛生雑誌 1998; 45: 99-103.
 - 6) 須藤紀子, 清野富久江, 吉池信男. 自然災害発生後の自治体による栄養・食生活支援. 日本集団災害医学会誌 2007; 12: 169-177.
 - 7) 奥田和子. 行政, NPO などネットワークづくりを. 毎日新聞2011年4月24日東京朝刊.
 - 8) 松久宗丙. 当院における防災対策の実践: 在宅療養者の生活支援に関する一考察. ホスピスケアと在宅ケア 2007; 15: 247-251.
-

特集：東日本大震災特集 放射性物質の健康影響

<資料>

水道水中の放射性物質の概要と課題

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

Radionuclides in drinking water: Facts and response

Mari ASAMI, Michihiro AKIBA

[1] Department of Environmental Health, National Institute of Public Health

[2] Research Managing Director, National Institute of Public Health

抄録

2011年3月の東日本大震災に伴う原子力発電所の事故による放射性物質の放出後、放射性物質は広域に広がった。水道水中の放射性物質濃度は急激に変化した。爆発後の福島県の調査で、水や周辺環境から放射性ヨウ素が検出されたことを受け、厚生労働省は、水道水中の放射性物質濃度が「飲食物摂取制限に関する指標」を超えた場合の対応について各都道府県水道担当部長に向け通知を行った。同時に、飲用以外での水道水の使用で放射能による人体への影響が極めて小さいことも通知した。また、食品衛生法に基づく暫定規制値に合わせて、水道水においても放射性ヨウ素が100Bq/kgを超える場合には、乳児による水道水の摂取を控えるよう通知を行なった。

福島県飯館村の水道水が指標値の3倍を超える965Bq/kgの放射性ヨウ素が検出されたことを受けて、国内初の放射性物質による水道の飲用制限が広報された。その後東京都等の水道水でも、放射性ヨウ素100Bq/kgを超える値が検出され、首都圏においても乳児の水道飲用制限となった。これらの経緯や水道における課題について、水道水における放射性物質対策検討会中間取りまとめを元に、現状と課題を整理した。

キーワード：水道水、放射性物質、放射性ヨウ素、放射性セシウム、原子力発電所事故

Abstract

After the explosion at the nuclear power plant in March 2011, radionuclides (RNs) spread widely and were detected in drinking water. As radioactive iodine and radioactive cesium were detected in the drinking water, the Ministry of Health, Labour, and Welfare (MHLW) issued a notice to direct countermeasures if RNs in tap water exceeded the index of drinking water based on the indicator about the restriction of food intake issued by the Nuclear Safety Commission of Japan. In Iitate village in Fukushima prefecture, radioactive iodine was detected in drinking water at a level of 965 Bq/kg, which was three times higher than the restriction for food intake. Therefore, Iitate village issued an official restriction against drinking water for all residents. In addition, Tokyo Metropolitan Water Works and some other water works issued a restriction against drinking water for infants, because radioactive iodine level exceeded 100 Bq/kg. After one or several days, RNs in tap water had dropped below the indicator level in most places, and tap water is now safe to drink. The characteristics and countermeasures taken are summarized in this report, based on the interim report on RNs in drinking water, MHLW.

Keywords: drinking water, radionuclides, radioactive iodine, radioactive cesium, nuclear disaster

連絡先：浅見真理

〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6

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

Tel: 048-458-6304

E-mail: asami@niph.go.jp

[平成23年8月25日受理]

I. はじめに

東日本大震災に伴う原子力発電所の事故による放射性物質の放出後、放射性物質は広域に広がった。水道水中の放射性物質濃度は急激に変化していった。原発からの放射性物質の放出機序については、本稿執筆時点でまだ不明な部分も多いが、平成23年3月14、15日に大量の放射性物質の放出があったと見られている。爆発後の3月16日に福島県の調査で、水や周辺環境から放射性ヨウ素が検出されたことを受け、厚生労働省は、3月17日に食品衛生法における放射能汚染された食品の取り扱いについて、3月19日に水道の対応について通知した。後者は、水道水中の放射性物質濃度が「飲食物摂取制限に関する指標」を超えることも想定し、指標を超過した場合の対応について各都道府県水道担当部長に向けた通知である。同時に、飲用以外での水道水の使用で放射能による人体の影響が極めて小さいことも通知した。また、食品衛生法に基づく暫定規制値に合わせて、水道水においても放射性ヨウ素が100Bq/kgを超える場合には、乳児による水道水の摂取を控えるよう3月21日に通知を行なった。

福島県飯館村の水道水が指標値の3倍を超える965Bq/kgの放射性ヨウ素が検出されたことを受けて、国内初の放射性物質による水道の飲用制限が広報された。その後3月22日に東京都金町浄水場で採水された水道水に、放射性ヨウ素210Bq/kgが検出されたため、3月23日に首都圏においても乳児の水道飲用制限となった。東京都の発表後20分でスーパーからペットボトルが売り切れたともいわれ、大きな問題となった。しかし、首都圏では数日以内に放射性ヨウ素の濃度が急激に下がり、制限は次々解除された。

その後、福島県の一部を除いた首都圏では3月末には水道水中の放射性物質が下がり、乳児の飲用制限は解除された。現在、水道水に放射性物質がほぼ検出されない状況である。

本稿は、これらの経緯や水道における課題について、水道水における放射性物質対策検討会「水道水における放射性物質対策 中間取りまとめ」[1]を元に整理し直したものである。なお、放射性物質の既存の除去性等に関する知見については、国立保健医療科学院でまとめてインターネット[2]及び資料[3]として公開した。合わせてご参照いただきたい。

II. 事故後の水道水中の放射性物質と国の対応

平成23年3月11日に東日本大震災(以下「震災」という。)が発生し、同日、東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下「東電福島第一原発」という。)について、原子力災害対策特別措置法第15条に基づき、内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言が発令された。

東電福島第一原発においては、震災以降、津波による被害のほか、複数回の事故の発生に伴う放射性物質の漏出により、当該放射性物質が周辺環境に影響を与えるに至った。

厚生労働省においては、当分の間、原子力安全委員会が定めた飲食物摂取制限に関する指標(以下単に「指標」という。)を食品衛生法に基づく暫定規制値とし、これを上回る食品について、食品衛生法第6条第2号に当たるものとして食用に供されることがないように、地方公共団体に対し通知した。これを受け、水道水については、都道府県における水道水の放射線測定の結果が指標を超過した場合の水道の対応について、また、食品衛生法に基づく暫定規制値を踏まえ、放射性ヨウ素が100Bq/kgを超過する場合の乳児による水道水の摂取に係る対応について、都道府県及び水道事業者等に対し通知した。これらの通知を踏まえ、政府の原子力災害現地対策本部、都道府県、水道事業者等が実施した水道水中の放射性物質の測定結果を収集し、指標及び乳児の摂取に関し放射性ヨウ素が100Bq/kg(以下「指標等」という。)を超過した水道事業者等に対して水道水の摂取制限及びその広報の要請を行った。また、限られた知見や情報から水道水中の放射性ヨウ素等のレベルを抑える可能性のある取組の検討を整理し、都道府県及び水道事業者等に対し周知を行った。

さらに、当面の水道水中の放射性物質に関する指標等の取扱い及び今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針について取りまとめ、現在、これに基づく検査の実施を地方公共団体及び水道事業者等に対して要請し、厚生労働省において検査の結果を取りまとめ、公表を行っている。水道水中の放射性物質をめぐる対応のスキームを図1に示す。

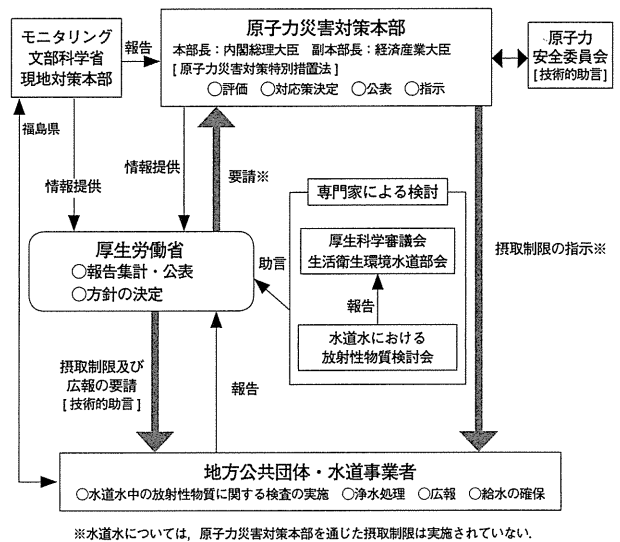


図1 水道水中の放射性物質をめぐる対応のスキーム

III. 水道水中の放射性物質検査の実施状況

水道水中の放射性物質検査は、現在、政府の原子力災害現地対策本部、文部科学省、地方公共団体及び水道事業者等により実施されている。政府の原子力災害現地対策本部

は、福島県内全域の水道事業を対象に、平成 23 年 3 月 16 日から毎日水道水の検査を実施している。検査結果は 3 月 19 日から毎日厚生労働省が公表している。

文部科学省は、各都道府県において 3 月 18 日から毎日 1 地点の水道水の検査を実施している。検査結果は 3 月 19 日から毎日文部科学省が公表している。

福島県及びその近隣の地域を中心に、地方公共団体及び水道事業者等が水道水の検査を実施している。検査結果は地方公共団体及び水道事業者等が各々公表している。

厚生労働省は、平成 23 年 4 月 4 日付け厚生労働省健康局水道課長通知「水道水中の放射性物質に関する指標等の取扱い等について」により、今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針を示し、その中において、

- ・福島県及びその近隣 10 都県(以下「関係都県」という。)を重点区域として、
- ・1 週間に 1 回以上を目途に検査を行うこと。
- ・ただし、検査結果が指標等を超過し、又は超過しそうな場合には、原則毎日、実施すること。

等を定めた。厚生労働省は、モニタリング方針に基づく検査の実施を地方公共団体及び水道事業者等に対して要請した。

東電福島第一原発の事故発生以降、厚生労働省が乳児を含めた水道水の摂取制限及びその広報の要請を実施した水道事業者等の所在地及び当該水道事業者等における摂取制限等の実施状況を図 2 及び表 1 に示す。

放射性ヨウ素が 300 Bq/kg を超過したため水道水の摂取制限及びその広報が行われたのは、福島県内の 1 簡易水道事業であった(既に解除済み)。

放射性ヨウ素が 100 Bq/kg を超過したため乳児による水道水の摂取制限及びその広報が行われたのは、5 都県(福島県、茨城県、栃木県、千葉県、東京都)内の計 20 の水道事業者等であった(既に全て解除済み)。放射性セシウムが 200 Bq/kg を超過したため水道水の摂取制限及びその広報が行われた水道事業者等はなかった。

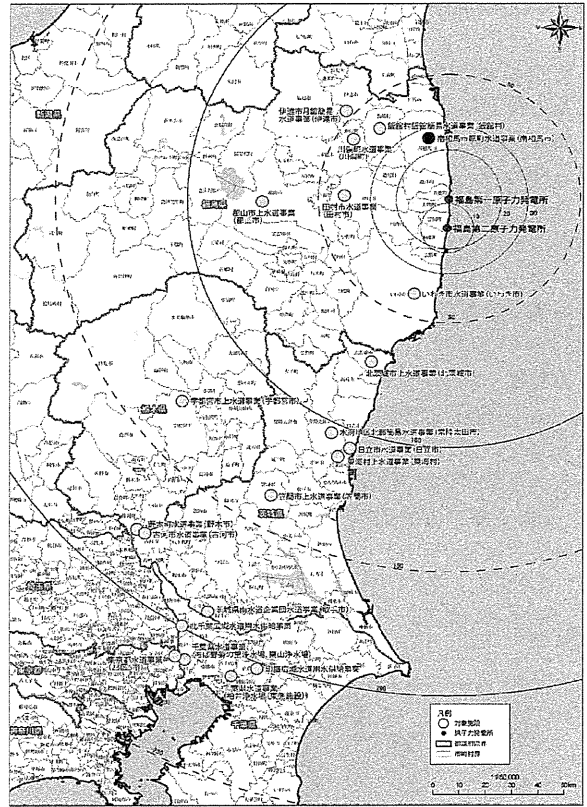


図 2 水道水の摂取制限及びその広報を実施した水道事業者等の位置図

表 1 水道水の摂取制限及びその広報の実施状況

乳児			
開始日	都道府県	水道事業者等	備考
3月22日	福島県	飯館村飯館簡易水道事業	5月10日解除
		伊達市月館簡易水道事業(伊達市)	3月26日解除
		川俣町水道事業(川俣町)	3月25日解除
		郡山市水道事業(郡山市)	3月25日解除
		南相馬市原町水道事業(南相馬市)	3月30日解除
		田村市水道事業(田村市)	3月23日解除
福島県	いわき市水道事業(いわき市)		3月31日解除
		東海村水道事業(東海村)	3月26日解除
3月23日	茨城県	水府地区北部簡易水道事業(常陸太田市)	3月26日解除
	千葉県	千葉県水道事業(ちば野菊の里浄水場, 栗山浄水場)	3月25日解除
3月24日	東京都	北千葉広域水道用水供給事業	3月26日解除
		東京都水道事業(23区5市)	3月24日解除
		北茨城市水道事業(北茨城市)	3月27日解除
		日立市水道事業(日立市)	3月26日解除
3月25日	栃木県	笠間市水道事業(笠間市)	3月27日解除
		宇都宮市水道事業(宇都宮市)	3月25日解除
3月25日	茨城県	野木町水道事業(野木町)	3月26日解除
		茨城県南水道企業団水道事業(取手市)	3月26日解除
		古河市水道事業(古河市)	3月25日解除
3月26日	福島県	田村市水道事業(田村市)	3月28日解除
	千葉県	千葉県水道事業(柏井浄水場(東側施設))	3月27日解除
3月27日	千葉県	印旛広域水道用水供給事業	3月27日解除
3月27日	福島県	伊達市月館簡易水道事業(伊達市)	4月1日解除
一般			
開始日	都道府県	水道事業者等	備考
3月21日	福島県	飯館村飯館管理水道事業	4月1日解除

※「乳児」は乳児による摂取制限, 「一般」は住民による摂取制限を示す。また, 「開始」「解除」はそれぞれ当該摂取制限及び広報の開始, 解除を示す。

Ⅳ. 水道水中の放射性物質検査の結果について

重点区域内の水道事業者等における水道水中の放射性物質の検査結果を図3に示す。放射性ヨウ素については、各検査実施期間のうち、100 Bq/kg 及び 10 Bq/kg を超過した割合は、平成 23 年 3 月 16 日から 3 月 20 日までが最も高く、また、100 Bq/kg 及び 10 Bq/kg を超過した件数は、検査実施件数が増加した 3 月 21 日から 3 月 31 日までが最も多かった。4 月以降については、100 Bq/kg を超過する水道事業者等はなく、4 月 11 日以降は一部の地点(1% 未満、7431 件中 19 件)で 10 Bq/kg を超過するのみであった。

放射性セシウムについては、各検査実施期間のうち、10 Bq/kg を超過した割合は、3 月 16 日から 3 月 20 日までが最も高く、また、10 Bq/kg を超過した件数は、3 月 21 日から 3 月 31 日までが最も多かった。4 月以降は一部の地点(1% 未満、9705 件中 17 件)で 10 Bq/kg を超過するのみであった。

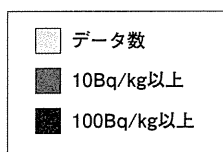
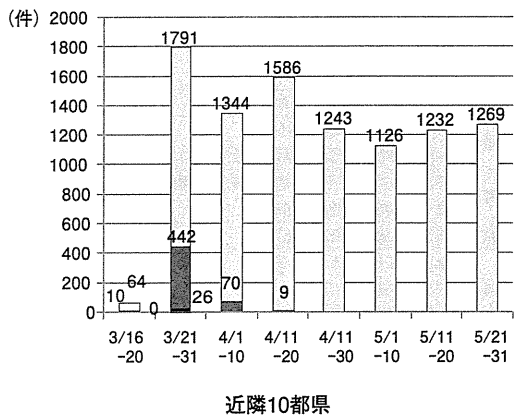
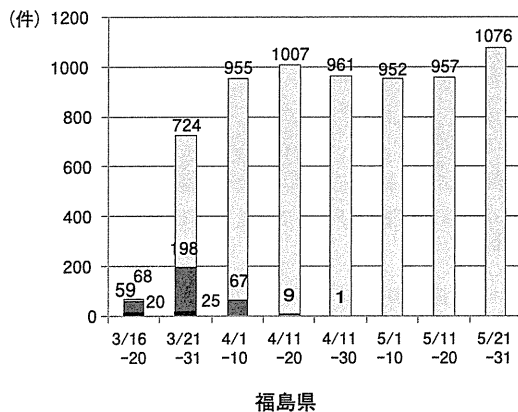


図3 水道水中の放射性ヨウ素 (I-131) の検査結果

Ⅴ. 水道事業者等の放射性物質の低減に係る取組

我が国の浄水方法は、表流水を水道原水とする場合、急速濾過が一般的(平成 20 年度浄水量ベースで約 97%)である。異臭味や消毒副生成物対策として高度浄水処理が導入されているが、この場合でも、その浄水効率の高さと経済性から、オゾン・活性炭処理を急速濾過システムに付加する方式が都市部を中心に適用される状況にある。

こうした現状を踏まえ、厚生労働省は、平成 23 年 3 月 19 日付け健水発 0319 第 1 号厚生労働省健康局水道課長通知「福島第一・第二原子力発電所の事故に伴う水道の対応について」では、放射性物質の浄水処理に関する知見は少ないものの、活性炭処理による除去効果を示す知見もあることから、指標等に近い値が検出された水道事業者等に粉末活性炭等による処理の実施を検討するよう要請がなされた。

また、厚生労働省は、平成 23 年 3 月 26 日付け厚生労働省健康局水道課事務連絡「放射性物質の拡散による降雨後の表流水取水の抑制・停止等の対応について」により、水道事業者等に対して、降雨後の表流水の取水の抑制・停止等による水道水中の放射性物質の濃度を低減させる方策の検討を要請した。具体的には、水道水の供給に支障のない範囲で、降雨後の取水量の抑制・停止(高濃度原水の忌避)や浄水場の覆蓋(降下物の混入防止)、粉末活性炭の投入(放射性物質の除去)等の対応を提示した。

厚生労働省は、4 月 19 日時点における、水道事業者等による水道水中の放射性物質の低減対策の実施状況を調査した。重点区域内の厚生労働大臣認可水道事業者等 164 事業者中のうち、水道用水供給事業者から受水している水道事業者や地下水を水源とする水道事業者を除く 69 事業者の取組について表 2 に示す。

表 2 重点区域内の水道事業者等の取組

取組内容	事業者数(※)
粉末活性炭の投入	39
浄水施設の覆蓋	27
降雨後の取水量の抑制等	25
その他	11
無回答	16

※ 重複回答を含む。

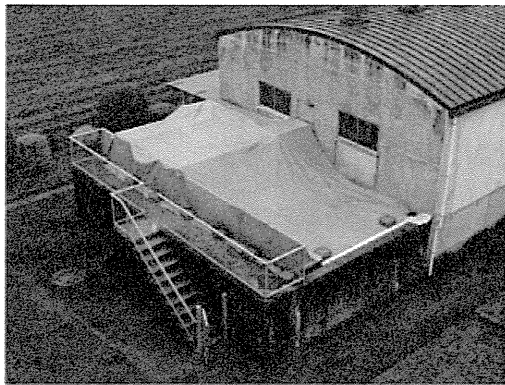
粉末活性炭の投入を実施している水道事業者等は 39 事業者と最も多く、降雨後のみ活性炭を注入する事業者と、天候に関わらず常時注入する事業者があった。

浄水施設の覆蓋を実施している水道事業者等は 27 事業者であり、浄水場の各施設のうち、屋外解放されている沈殿池や濾過池をブルーシート等で覆うというものであった(図 4)。河川の集水面積と比較すると影響範囲は小さいものの、水道事業者等が常時降下物の直接の混入を防ぐこと

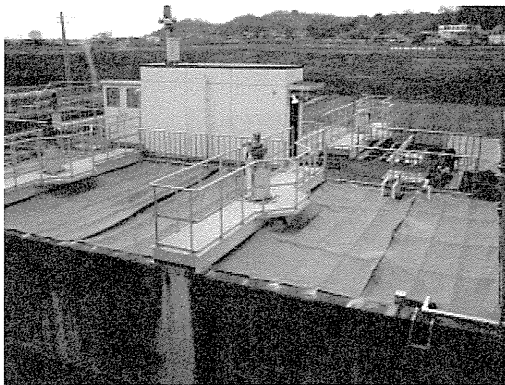
ができる取組である。

降雨後の取水量の抑制等を実施している水道事業者等は25事業者であり、具体的には、浄水池の有効容量を活用し、貯水されている分量に応じて取水を停止する方法や、表流水の取水量を減少させ、井戸水の取水量を増加する方法、表流水の取水を停止し、ダム貯留水のみを取水し、ダム滞留時間分の放射能崩壊に期待する方法等を実施していた。

その他の対策としては、降雨後、モニタリング値が超過した場合は、予備水源を活用することや、活性炭による吸着効果のみならず、凝集沈殿処理を強化し、浄水効率の向上を図ること等が講じられていた。



【筑西市 成田浄水場 着水井 覆蓋】



【高崎市 岩崎浄水場 ろ過地 覆蓋】

図4 浄水施設の覆蓋の例

VI. 水道水中の放射性物質の浄水処理性

1. 放射性ヨウ素の低減方策

水道原水中の放射性ヨウ素の大部分は、粒子状ヨウ素、ヨードメタン（ヨウ化メチル）を含む有機態ヨウ素、次亜ヨウ素酸又はヨウ化物イオンの形で存在すると考えられる。水中では、次亜ヨウ素酸は極めて微量で、有機物等との反応も速いため、ほとんど存在せず、粒子状ヨウ素、有機態ヨウ素又はヨウ化物イオンの形で存在すると考えられる（図5）。

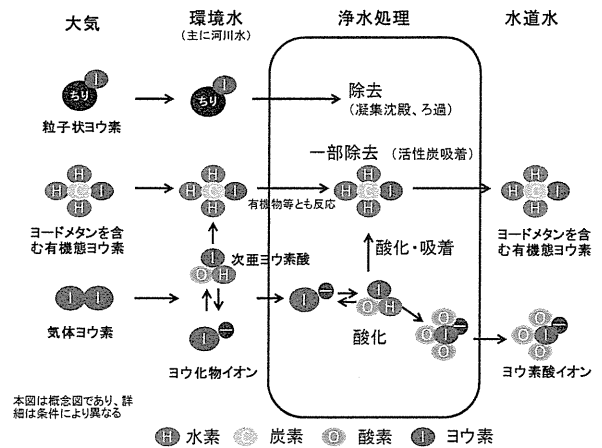


図5 放射性ヨウ素の挙動の概念図

浄水処理工程においては、粒子状ヨウ素は、凝集沈殿及び砂濾過等によりある程度の除去が期待できるが、有機態ヨウ素又はヨウ化物イオンの比率が高い場合には、通常の凝集沈殿処理では除去は困難であると考えられる。

有機態ヨウ素及びヨウ化物イオンが酸化されて生成する次亜ヨウ素酸は、一般的な異臭味対策等として浄水処理工程の早い段階で注入される粉末活性炭により若干の低減が期待される。チェルノブイリ原子力発電所事故に関連して行われた調査等において一定の結果が示されている。

ヨウ化物イオンの形で存在する放射性ヨウ素については、低減が難しいと考えられるが、低濃度かつ短時間の塩素処理に加え、粉末活性炭を接触させるとヨウ化物イオンの除去率が向上する。例えば、注入率0.5 mg/Lの塩素処理（接触時間10分）の後、25 mg/L（乾重量）の粉末活性炭注入（接触時間30分）及びその濾過をすることにより、30%から50%程度の除去が可能である場合があった。

東京都水道局の実験においても、ヨウ化物イオン及びヨウ素酸イオンは粉末活性炭によりほとんど除去できないが、ヨウ化物イオンに対して粉末活性炭及び前弱塩素（注入率0.5～1.0 mg/L）処理を併用した場合、粉末活性炭注入率15 mg/Lで30%程度、30 mg/Lで50%程度が除去され、実際の水道原水に放射性ヨウ素を含んだ雨水を混合して行った結果においても、ほぼ同様の結果が得られている。

このため、水道原水中の放射性物質濃度が上昇したと考えられる場合には、前弱塩素処理に加え、活性炭処理を併用することにより、放射性ヨウ素をある程度低減することが期待できる。しかし、水道水中の放射性ヨウ素について平成23年4月以降不検出又は微量が検出されている今日の状態であれば活性炭の注入は不要であり、また、活性炭の供給量も全国的に限られていることから、東電福島第一原発から大気中へ大量の放射性物質が再度放出された場合にのみ活性炭の注入を検討すべきと考えられた。

浄水処理工程において水道水の衛生確保のため給水栓の残留塩素を0.1 mg/L以上保持するように最終的に添加

される塩素の影響もあり、各家庭等に供給される水道水中には、放射性ヨウ素の大部分がヨウ素酸イオン（陰イオン）の形で存在すると考えられる。このため、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困難であると考えられる。

2. 放射性セシウムの低減方策

東電福島第一原発の事故では、放射性セシウムとして、セシウム-134 (^{134}Cs) 及びセシウム-137 (^{137}Cs) がほぼ1対1の割合で存在し、環境中でも同様の比率で検出されている。放射性セシウムは、東電福島第一原発からの放出された後は、粒子又は気体で存在するが、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る（図6）。

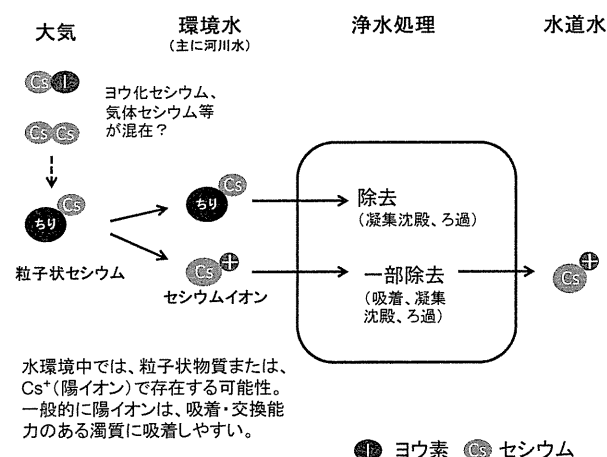


図6 放射性セシウムの挙動の概念図

チェルノブイリ原子力発電所事故においても、放射性セシウムの大部分は地面表層の土壌等に吸着されており、一般的には水に溶出しにくいと考えられる。このため、降雨により流出する場合においても、主に濁質成分に付着して流出するものと考えられる。低濃度の放射性セシウムが流入した実際の水道施設における浄水処理工程を対象とした調査において、凝集沈殿、砂濾過及び粉末活性炭により放射性セシウムが概ね除去された。これらの結果から、放射性セシウムは水中で粒子に吸着した状態で濁質と同様の挙動をとりやすく、濁質の除去により高い除去率が期待できるものと考えられる。このため、放射性セシウムについては、原則的に原水の濁度が高濃度になる場合の濁度管理に留意すれば制御し得るものと推察される。

これらの他に、業務用等の放射性物質の除去技術として、ゼオライトやイオン交換、ナノ濾過膜、逆浸透膜がある。ゼオライトやイオン交換は、その特性により、ゼオライトは陽イオン、陽イオン交換樹脂は陽イオン、陰イオン交換樹脂は陰イオンの除去に有効である場合がある。ナノ濾過

膜や逆浸透膜は、膜の性質にも依存するが、概ね水以外の分子等の成分の分離に優れている。特に海水淡水化において用いられる逆浸透膜は、塩分の分離が可能であり、分子の大きさから放射性物質の分離にも適する可能性がある。

しかしながら、いずれも費用や設備、効率の観点（特に、ナノ濾過及び逆浸透膜の場合は電力が多く消費される）から、通常の浄水処理には適用しにくい面があり、放射性物質を高濃度に含む排水や特定の目的の浄水器等、特殊な条件下で適用される技術と考えられる。また、イオン交換については、水道水等においては他のイオンが大量に共存する中で、放射性物質の存在量は相対的に極めて微量であること及びイオン交換樹脂の交換容量が限られていることから、放射性物質の除去の効率は下がる可能性があることや、ゼオライト、イオン交換樹脂及び濾過膜については、それらの再生に多くの薬品等が必要となること等も考慮すべきである。

VII. 放射性物質の暫定規制値

飲料水の放射性物質に関する暫定規制値を表3に示す。食品中の放射性物質に関する暫定規制値の赤字を準用した。放射性ヨウ素は、300Bq/kg。乳児に対しては、100Bq/kg。放射性セシウムは、200Bq/kgである。

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	乳児用	
放射性ヨウ素	飲料水	300	
	牛乳・乳製品	200	100
	野菜類（根菜・芋類を除く.）	2,000	
放射性セシウム	魚介類		
	飲料水	200	
	牛乳・乳製品		
	野菜類		
	穀類	500	
	肉・卵・魚・その他		

※食品についてはストロンチウム等の核種についても設定されている。

飲食物摂取制限に関する指標の考え方は、原子力安全委員会により、ICRPが勧告した放射線防護の基準（放射性セシウムは実効線量5mSv/年、放射性ヨウ素は甲状腺等価線量50 mSv/年（実効線量として2 mSv/年に相当）を基に、我が国の食品の摂取量等を考慮して食品のカテゴリ毎に定められたものである。放射性ヨウ素は、甲状腺（等価）線量50 mSv/年を基礎として、飲料水、牛乳・乳製品、野菜類（根菜・芋類を除く.）の3つのカテゴリについて指標を策定している。この3つのカテゴリに関する摂取制限指標を算定するに当たっては、3つのカテゴリ以外の食品の摂取を考慮して50mSv/年の1/3を当てている。従って上記3つのカテゴリには50 mSv/年の

うち、2/3を当て、その1/3ずつを3つの食品カテゴリーに均等に割り当てたものである。さらに、我が国における食品の摂取量を考慮して、食品カテゴリー毎の摂取制限指標（単位摂取量あたりの放射能）が算出された。（詳細は、原子力施設等の防災対策について、平成22年8月一部改訂、原子力安全委員会）

Ⅷ. まとめと今後の課題

これまでの知見を総合すると、今後は、東電福島第一原発から大気中へ大量の放射性物質が再度放出されない限り、摂取制限等の対応を必要とするような水道水への影響が現れる蓋然性は低いものの、豪雨等に伴い土砂に付着した放射性セシウムが水道原水に流入する可能性があることから、浄水施設において濁度管理を徹底する等適切な施設管理が必要であると考えられる。

また、東電福島第一原発から大気中へ大量の放射性物質が再度放出された場合は、放出状況、気象状況等に関する情報を早急に把握し、影響が及ぶ可能性がある地域内の地方公共団体及び水道事業者等が迅速に水道原水や水道水のモニタリングを実施し、水道水中の放射性物質の低減化方策を講じることができるよう体制を整えるべきである。

引き続き、水道事業者等が、水道水の検査を定期的に行い、その結果を公表すべきであるが、放射性物質の検出リスクが同じ傾向にあると考えられる流域単位で水道原水や水道水のモニタリングを実施する等、合理的かつ効果的な検査体制に移行するため、国と関係都県における調整を通じて流域単位の検査体制の整備を進めるべきである。

また、最近の水道水中の放射性物質濃度の検査結果の大半が検出下限値未満を示しているが、検査機関によって様々な検出下限値が混在する等、検査結果の品質管理面の課題が存在しており、これらの課題が解消されるよう科学的知見を集積したうえで検査方法のマニュアルを整備する予定である。

なお、検討の過程で、以下のとおり、今後関係行政機関と連携して取り組むべき課題の指摘があった。

- ・現行の指標等は、緊急時に適用されるべきものとして設定されたものであり、原子力事故が発生していない平常時に適用することを前提としているWHO（世界保健機関）による飲料水中の放射性物質の推奨値（注）を適用する状況にはない。一方、今後、原子力事故が収束に向かった場合、収束時や平常時における水道水の指標等について、食品衛生法に基づく暫定規制値に関する食品安全委員会の審議状況等も踏まえながら、許容可能なリスクを考慮したうえで、検討すべき。
- ・原子力発電所の事故に伴う水道水への放射性物質の影響は、原子力発電所の放射性物質の放出、大気中の放射性物質の移流、拡散、乾性沈着、湿性沈着、地表面の放射性物質の残留や表流水への放射性物質の流出状況等多媒体の放射性物質の挙動を介して現れるものであることから、関係行政機関や水道事業者等が保有す

る様々な情報を共有するとともに、研究機関が有する大気拡散モデルや河川への流出解析モデル等様々な手段を組み合わせることにより、流域毎の水道水への放射性物質の影響を予測できる体制を水道事業者等と構築すること。

- ・水道水に放射性物質の影響が及んだ水道事業者等が水道水中の放射性物質の測定、浄水処理工程における粉末活性炭の投入等の放射性物質対策を実施する必要が生じた原因は、原発の事故にあることは明白であり、水道料金で賄うべき水道法の規定に基づく水質管理とは異なるものとして対処すべき。
- ・放射性セシウムは、水道の浄水過程で濁質とともに除去され得るため、水道水からはほとんど検出されなかったが、一方で、浄水発生土に移行して濃縮されることになり、現に福島県及びその近隣の地域の水道事業者等において、浄水発生土から放射性セシウムが検出される状況にある。これらの浄水発生土の処理方針を明確にするとともに、放射性セシウムが土壌中に残留している地域においては継続的にモニタリングすることが必要である。

水道の放射性物質に関する検討会中間とりまとめは、平成23年6月13日時点の知見を踏まえ、水道水への放射性物質の影響メカニズムの検証及び水道水中の放射性物質の低減方策等に焦点を当てとりまとめたものであるが、他の行政分野にも役立つ情報が含まれていることから水道関係者のみならず関係行政機関に情報提供することにより様々な放射性物質対策の実施に貢献することを期待したい。今後、関係行政機関の動向を踏まえつつ、さらにモニタリング結果の情報やその他の科学的知見を集積し、今後の課題についてさらなる取り組みがなされる予定である。

（注）WHO 飲料水水質ガイドラインにおいて放射性物質の推奨値放射性物質のスクリーニングレベル（全α放射能0.5Bq/L、全β放射能1Bq/L）及び核種の推奨値（放射性ヨウ素¹³¹I 10Bq/L、放射性セシウム¹³⁴Cs 10Bq/L、放射性セシウム¹³⁷Cs 10Bq/L等）は0.1mSv/年に相当するものである。同ガイドラインにおいて、平常時の運転条件に適用されるものであり、環境中に放射性核種が放出されているような緊急時には適用されるものではないことが示されている。

<参考1> 水道水における放射性物質対策検討会構成員名簿

座長	眞柄泰基	トキワ松学園理事長
構成員	浅見真理	国立保健医療科学院生活環境研究部 水管理研究分野 席主任 研究官
	大原利眞	独立行政法人国立環境研究所地域環境 研究センター 長
	櫻田尚樹	国立保健医療科学院生活環境研究部 部長
	朝長万左男	日本赤十字社長崎原爆病院 院長
	古米弘明	東京大学大学院工学研究科 教授

榊本和義 高エネルギー加速器研究機構放射線
科学センター放射線管理室長
森口祐一 東京大学大学院工学研究科教授

<参考 2> 水道水における放射性物質対策検討会審議経緯

第1回 平成23年4月25日

検討会の設置, 原子力発電所の事故を受けた水道水中の放射性物質への取組, 水道水への放射性物質の影響メカニズム, 今後のスケジュール

第2回 平成23年5月26日

水道水への放射性物質の影響メカニズム, 水道水中の放射性物質の低減方策, モニタリング結果を踏まえた中長期的な取組

第3回 平成23年6月13日

報告案(中間取りまとめ)の審議

引用文献

- [1] 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」2011.6.21. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001g9fq.html> (accessed 2011-07-28)
- [2] 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」2011.3.29. http://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h23radioactive/Review_Removal_capability_by_water_treatments.pdf (accessed 2011-07-28)
- [3] 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.

