福島第一原子力発電所事故後の水道水摂取制限による 乳児の回避線量評価

本名瀬 栄^{1,*}, 木村 仁宣¹, 高原 省五¹, 本間 俊充¹

Evaluation of Averted Doses to Infants by Tap Water Restrictions after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident

Sakae KINASE^{1,*}, Masanori KIMURA¹, Shogo TAKAHARA¹ and Toshimitsu HOMMA¹

¹Nuclear Safety Research Center, Japan Atomic Energy Agency, 2-4 Shirane, Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1195, Japan

(Received April 28, 2011 and accepted in revised form June 14, 2011)

There has been some concern in reviewing the effectiveness of making decisions on the implementation of protective measures in emergency exposure situations. After the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident, temporal changes in the concentration of iodine 131 in tap water were studied using published data from several authorities in Fukushima, Ibaraki, and Tokyo. Averted doses to infants (1-year-old children) due to the intake of iodine 131 through tap water restrictions were also evaluated. Consequently, it was found that the apparent half-life of iodine 131 in tap water was 2.8 days. The averted equivalent doses to the thyroids of 1-year-old children were found to have a maximum value of 8.3 mSv in a local area of Fukushima. Hence, the tap water restrictions implemented by the authorities were considered to be effective in the early phase of the emergency exposure situation.

KEYWORDS: Fukushima, nuclear accident, iodine, tap water, infant, thyroid, dose

I. 緒 言

2011年3月11日に発生した福島第一原子力発電所事故の影響により、福島県を始め茨城県、東京都などの広い地域において、放射性ヨウ素¹³¹I(以下、¹³¹I)などに関する水道水摂取制限が行われた。しかし、水道水の摂取制限解除については、解除の細かな規定がなく、判断は水道を運営する自治体に委ねられ、社会的な混乱を招いた。こうした状況を踏まえると、水道水による無用な被ばくや制限・混乱を回避する、適切な防護措置の検討には、水道水中¹³¹I濃度変化の特徴を調べるとともに、水道水の摂取制限による回避線量、すなわち防護措置の効果を評価することが重要であると考えられる。本研究では、今後の水道水摂取制限解除の基準策定検討に資するため、福島第一原子力発電所事故に直接影響した、福島県、茨城県、東京都の水道水中¹³¹Iの濃度変化を調べるとともに、水道水の摂取制限による乳児(1歳)の回避線量を評価した。

II. 厚生労働省の乳児による水道水摂取に 関わる対応

厚生労働省は、2011年3月19日、対象となる自治体に対し、原子力安全委員会が定めた水道水摂取制限指標値(放射性ヨウ素: 300 Bq/kg)を通知した。また、2011年3月21日、食品衛生法に基づく暫定規制値の整合性を鑑み、水道水中放射性ヨウ素が100 Bq/kgを超える場合には、乳児用調整粉乳を水道水で溶かして乳児に与える等、乳児による水道水の摂取を控えるよう、再度通知をした。2011年4月4日には、水道水の摂取制限解除時期について、直近の3日間の水道水中放射性ヨウ素濃度の平均値が基準を下回るとともに、値が減少傾向になることとした。

III. 自治体の乳児による水道水摂取に 関わる対応

福島県、茨城県、東京都の自治体は、原子力安全委員会や厚生労働省の基準に基づき、乳児の水道水摂取制限を行い、その後自治体独自の判断により、その解除を行った(Table 1)。東京都の乳児の水道水摂取制限は、2011年3月22日に採水された金町浄水場の210 Bq/kgが要因とな

¹ (株)日本原子力研究開発機構 安全研究センター

* Corresponding author, E-mail: kinase.sakae@jaea.go.jp

った。

IV. 方 法

厚生労働省、東海村役場、東京都庁が公表したデータ¹⁾を用いて、福島県5自治体(飯舘村滝下浄水場、郡山市豊田町地内、川俣町字桶の口地内、南相馬市南相馬合同庁舎、いわき市いわき合同庁舎)、茨城県東海村外宿浄水場、東京都新宿区百人町で採取された水道水の¹³¹I濃度変化を調べた。調査の対象期間は、2011年3月16日～4月16日までの1月間とした(飯舘村については、2011年5月10日まで)。また、水道水中¹³¹I濃度と乳児(1歳)の1日当たりの摂水量から、乳児(1歳)の1日当たりの¹³¹I摂取量を算定し、¹³¹I摂取量に国際放射線防護委員会(ICRP) Publication 67²⁾の線量係数を乗じることにより、乳児(1歳)の甲状腺等価線量と実効線量を評価した。乳児の摂水量は、国際原子力機関(IAEA) Safety Series No. 81³⁾に示される値を参考に、1日当たり 1.4×10^3 mLと仮定した。**Table 2**に、¹³¹Iの線量係数を示す。なお、調査期間中、水道水サンプリングが実施されなかった日については、そ

の前後日のサンプリング測定評価値のうち高い値を用いて線量評価を行った。水道水中¹³¹Iが検出されなかった日については、有意な被ばくがないこととした。

V. 結果および考察

Figure 1に、福島県5自治体(飯舘村、郡山市、川俣町、南相馬市、いわき市)、茨城県東海村、東京都新宿区で観測された水道水中¹³¹I濃度変化を示す。図に示すように、水道水中¹³¹I濃度は、サンプリング地点によって異なり、福島第一原子力発電所から約230 km離れた東京都新宿区では、2011年3月26日の37.2 Bq/kgを最大値とした。東京都の水道水中¹³¹I濃度は、福島県各地、茨城県東海村の値に比べ低く、福島第一原子力発電所事故の影響が直ちに及ぼされるものではないことが確認された。全体的な傾向としては、福島県内各地域、茨城県東海村、東京都新宿区いずれの地点においても、福島第一原子力発電所事故後、時間が経つとともに減少している。水道水中¹³¹I濃度変化の減少割合は、見掛けの半減期が 2.8 ± 1.2 日程度となり、¹³¹Iの物理的半減期である8.0日より早い。こうした傾向は、調査開始日の2011年3月16日以降、当該地域において、¹³¹Iの追加の降下量が少なく、環境中の希釈効果が大きく寄与したものと考ええる。2011年4月1日以降、福島県飯舘村、郡山市、南相馬市、茨城県東海村、東

Table 1 Tap water restrictions implemented by the authorities

Prefectures	Authority	The first day	The last day	Days
Fukushima	Iitate	March 21st	May 10th	50
	Koriyama, Kawamata	March 22nd	March 25th	3
	Minamisoma	March 22nd	March 30th	8
	Iwaki	March 23rd	March 31st	8
Ibaraki	Tokai	March 23rd	March 26th	3
Tokyo	The 23 wards and 5 cities	March 23rd	March 24th	1

Table 2 Ingestion dose coefficients for ¹³¹I (Sv/Bq)

Age of intakes	Thyroid equivalent dose	Effective dose
1-year-old children	3.6×10^{-6}	1.8×10^{-7}
Adult ^{a)}	4.3×10^{-7}	2.2×10^{-8}

^{a)} for reference.

Fig. 1 Concentration of ¹³¹I in tap water, projected equivalent doses to the thyroids and projected effective doses of 1-year-old children due to intakes of ¹³¹I in tap water at some local areas of Fukushima, Tokai and Tokyo

Table 3 Averted doses to 1-year-old children due to intakes of ^{131}I by tap water restrictions (Sv)

Authority	Thyroid equivalent dose	Effective dose
Iitate, Fukushima	8.3×10^{-3}	4.1×10^{-4}
Koriyama, Fukushima	5.1×10^{-4}	2.5×10^{-5}
Kawamata, Fukushima	1.1×10^{-3}	5.6×10^{-5}
Minamisoma, Fukushima	1.7×10^{-3}	8.7×10^{-5}
Iwaki, Fukushima	2.9×10^{-3}	1.5×10^{-4}
Tokai, Ibaraki	2.1×10^{-3}	1.0×10^{-4}
Shinjyuku, Tokyo	1.3×10^{-4}	6.5×10^{-6}

京都新宿区においては、水道水中に低濃度の ^{131}I が検出されている。これは、土壌中などの沈着物や再浮遊物が、雨水などとともに入道水の原水に流入されたものと推察する。調査期間中、最も高い値を示したのは、飯館村(965 Bq/kg)であった。

また、Fig. 1 は乳児の甲状腺等価線量、実効線量の変化も示している。いずれの線量も、水道水中 ^{131}I 濃度変化に応じて、時間が経つとともに、減少傾向になった。なお、実際の乳児の長期間 ^{131}I 連続慢性摂取の場合、摂取と排泄のバランスにより、甲状腺や体内中の ^{131}I はビルドアップされ平衡値(= (実効半減期(日)) $\times$ (1日当たりの一定の摂取量)/ $\ln 2$)になることが推定されるため、甲状腺等価線量、実効線量は、日ごとに評価した線量の総和より小さくなることが考えられる。

各自治体の乳児の水道水摂取制限による回避線量を **Table 3** に示す。緊急時被ばく状況が継続する中、自治体、特に福島県飯館村において、乳児の水道水摂取制限は、甲状腺等価線量 8.3 mSv、実効線量 4.1×10^{-1} mSv を回避し、残存線量を低減化する有効な手段となった。 ^{131}I はもとより、放射性セシウム137やその他の放射性核種による内部被ばくの恐れがある状況において、厚生労働

省の乳児の飲料水摂取制限は、乳児の甲状腺等価線量、実効線量を低くする防護措置として正当化されるものと考ええる。また、茨城県東海村などでは、地震による停電や水道管復旧作業のため、水道水の供給が遅れた。この水道水供給の遅延により、偶然にも水道水中 ^{131}I による被ばくを減らすことができた。水道水摂取制限の期間が短く、水道水中 ^{131}I が低濃度であった東京都新宿区では、乳児の回避甲状腺等価線量は 1.3×10^{-1} mSv となった。

VI. 結 論

福島第一原子力発電所事故後の、福島県、茨城県、東京都の水道水中 ^{131}I 濃度変化について調べた。また、水道水中 ^{131}I による乳児の甲状腺等価線量、実効線量を評価するとともに、自治体の摂取制限による回避線量を算定した。その結果、水道水中 ^{131}I 濃度は、水道水のサンプリング地点に大きく影響され、見掛けの半減期2.8日程度で減少することがわかった。今回の福島第一原子力発電所に関わる水道水摂取制限は、甲状腺等価線量の低減に有効であり、福島県飯館村では約 8.3 mSv の乳児の回避甲状腺等価線量になった。

— 参考文献 —

- 1) Ministry of Health, Labour and Welfare, *Information about the Great East Japan Earthquake*, Online, Available: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/index.html> (2011, April 17).
- 2) ICRP, *Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2 Ingestion Dose Coefficients*, ICRP Publication 67, Pergamon Press, Oxford (1993).
- 3) IAEA, *Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency*, IAEA, Vienna, Safety Series No. 81, IAEA, Vienna (1986).