

特集：現存被ばく状況下における放射線リスクコミュニケーション

<総説>

東京電力福島第一原子力発電所事故後の福島県内の状況と現在の取り組み

大津留晶, 宮崎真

福島県立医科大学放射線健康管理学講座

**Current status and future health actions after
the Fukushima nuclear disaster**

Akira OHTSURU, Makoto MIYAZAKI

Department of Radiation Health Management, Fukushima Medical University

抄録

福島第一原発事故による健康リスク環境汚染核種、I-131, Cs-134, Cs-137において、初期のI-131の吸入による甲状腺内部被ばくと、慢性的経口摂取のCs-134, Cs-137による内部被ばくいずれも、低いレベルで抑えられている。事故前と比べると土壌の汚染により空間線量率の高い地域はあり、これらによる推計あるいは実測された外部被ばくと内部被ばくの実効線量は合わせて1 mSvを越えることはあるが、大多数でよく低減されている。チェルノブイリ原発事故と比較し、個人の被ばく線量が低く抑えられたのは、災害当初よりの食品・水の検査、出荷制限、その後の土壌改良、除染などの継続した取り組みの総合的な成果であろう。原子力災害を乗り越えて、住民のいっそうの健康の増進をめざして、地域においてより多角的で双方向性の新たな取り組みが開始されている。

キーワード：原子力防災，県民健康調査，ホールボディカウンター

Abstract

I-131, Cs-134, and Cs-137, are the environmental health risk factors mainly involved in the Fukushima Daiichi nuclear accident. Internal exposure levels of the thyroid by early inhalation of I-131, and that of whole body burden from chronic oral intake of Cs-134 and Cs-137, are quite low. There are areas detecting high air dose rates due to soil contamination of radioactive material compared to before the accident. Although the personal annual effective dose is sometimes in excess of 1 mSv by adding the internal and external exposure doses; which are measured by a whole body counter, personal dosimeter or estimated by questionnaire of movement and behavior at early phase; it is well reduced in the majority of the exposed population. The reason why individual dose was low was the radiological inspections and restrictions of contaminated food and water during the early phase of the disaster, and continuous exposure mitigation efforts including soil improvement and decontamination. To promote the health of the post-disaster residents, new initiatives using interactive and multi-faceted approaches, such as the Fukushima Health Survey, have started in the Fukushima prefecture.

連絡先：宮崎真

〒960-1295 福島県福島市光が丘1番地

1, Hikariga-oka, Fukushima City, 960-1295, Japan.

Tel: 024-547-1111 (内線6651, 3750)

Fax: 024-549-6080

E-mail: m-miya@fmu.ac.jp

[平成25年4月5日受理]

keywords: nuclear emergency preparedness, Fukushima Health Survey, whole body counter

(accepted for publication, 5th April 2013)

I. 東日本大震災における初期対応の概要

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）においてレベル7の原発事故が発生し、未曾有の複合災害となった。大震災発生から翌日にかけて、福島第1原発より3km→10km→20kmと避難指示発令地域が、拡大していった。原発で何度かの水素爆発が起こり、閉じ込められていなければならない多量の放射性物質が広範な地域に飛散し、その放出レベルはチェルノブイリ原発事故の6分の1～10分の1に上ると推定されている。太平洋に流れた分が多かったとはいえ、原発から北西方向を中心に放射性セシウムの土壌汚染が高濃度の地域があり、空間線量率もそれとほぼ比例している状況であった。ごく初期に原子力災害対策として重要なことは、吸入による内部被ばくを防止するためブルームの通過時期には屋内退避、甲状腺の被ばくが100mSv以上となることが予想される時は安定ヨウ素剤を服用し、ブルームの通過を避けて避難することなどである。避難中に放射性物質が付着することもあるので、避難所ではスクリーニングを行い、スクリーニングレベル以上であれば履物や着衣の脱衣と着替え、もし皮膚の汚染があればその部位の除染が必要となることも想定しなければならない。避難地域からの避難後や、避難が必要でない地域でも、飲料水や食品の放射線検査体制を早急に整えてそれらの情報をもとに出荷や摂取の規制を行うこと、慢性期には食品検査に加え、より外部被ばくを低減する工夫や除染が必要な場合がでてくる。

今回の原子力災害において初期の様々な判断を困難にしたのは、地域原子力防災計画における対策の想定外であっただけでなく、1000年に1回という地震や津波との広範な地域の複合災害であったため、各種ライフラインが寸断されているうえに情報も錯綜していたことが挙げられる。そのため放射線防護以外にも、地震や津波の傷病者の搬送や治療、事故原発の復旧中の傷病者に対する緊急被ばく医療、病院入院患者や療養施設の入所者の搬送先と搬送手段の確保、住民の方々の避難の範囲と経路の選定、さらにその情報の通報体制、避難所の準備や避難手段・飲料水・食料・トイレ等の確保、行方不明者の捜索、放射線スクリーニング体制の整備など、原子力複合大災害に対応すべき事象が沢山あった。筆者らの所属する福島県立医科大学でも、震災当日DMATの支援を受けて、180名の医療スタッフで35チームを編成し、168名の救急患者を受け入れるとともに、太平洋岸の浜通りから搬送される入院患者さんの中継基地病院として、ロビーや実習室に仮設ベッドを配置し、175名の患者を受

け入れトリアージを行った。このうち125名は一時的に入院してもらって状態を安定させてから搬送病院を選定し、体調が回復後に搬送した。また約500名の患者さんや付添いの家族の方の放射線スクリーニングを行った。さらに原発での爆発等で発生した傷病者については、救急処置に加えて放射性物質の汚染があるためその除染も必要な患者14名の治療を行った。被災地の多くの病院が規模は様々でも同様な対応を行った。また長期療養型の病院や施設も、地震によるダメージがあるなか、搬送されてきた入院中であった被災者を受け入れた。

避難が数日以上にわたり、その他の地域もライフラインの復旧がすすまない状況の大災害であることが明らかになるにつれて、出産が近づいている妊産婦さんや、生まれたばかりの赤ちゃん、慢性疾患を持っている人の治療継続の方法と治療薬の供給、衛生面や栄養面での配慮、メンタルヘルスケア、防寒（もし夏であれば熱中症）対策、感染症対策などなど、健康・医療関連だけでも考慮すべき事柄は枚挙にいとまがなかった。避難された方々は残してきた貴重品の回収や家畜・ペットへの対応なども心配されたであろう。このような大災害一般の対応と原子力災害特異的な対応との間で、もし相反するものがあった場合、国、省庁、地方自治体、医療機関の間での指揮命令系や優先順位などの判断に、非常に難しい面があったと思う。一例をあげると、避難地域には病院と長期療養施設合わせて2,000名以上の入院患者さんがいたが、一般の被災者の避難がほぼ終了した3月13日の時点で、840名の患者の搬送がまだすすんでいなかった。状況が悪化する中で搬送せざるをえず、搬送中に12名、直後に50名の方々が残念ながら亡くなられたと報告されている [1]。

II. 環境中の放射性物質と低線量被ばくに対する取り組み

1. 初期被ばく線量評価

原発事故に伴い環境中に飛散した放射性物質による低線量被ばくが長期に続く、今日の福島において、1986年4月26日に発生したチェルノブイリ原発事故後の小児甲状腺がんのような、内部被ばく線量に比例した甲状腺がん発症率の増大 [2] といった健康リスクはあるのだろうか？ 今回、事故発生後迅速に行われるべき原子力防災対策も、大震災の被害のため混乱していた。しかし、多くの関係者の努力で避難や屋内退避指示が早期になされ、また水・食物の放射性物質の測定、その結果による出荷制限・摂取制限が、早期より実行された。実際に、SPEEDIの推定結果（1歳児が24時間外にいるという保守的な推計）に基づき、放射性ヨウ素による内部被ばく線量が100ミリシーベルトを超える可能性が考えられた

地域の子供たち1,080名に対して、原子力安全委員会が2011年3月下旬に行った簡易甲状腺スクリーニングでは、持続摂取シナリオで保守的に見積もって、最も高い甲状腺の等価線量が約35ミリシーベルトであり、55%が検出限界以下であったと報告されている。弘前大学のグループが、初期に空間線量率が高くなった地域へ避難した住民に対し甲状腺モニターにて直接測定したヨウ素131の甲状腺等価線量も、成人54名中検出したのが74%で、最大が33ミリシーベルト、中央値が3.6ミリシーベルトであった。子供も8名中6名で検出し、最大が23ミリシーベルト、中央値が4.2ミリシーベルトだった [3]。

一方、チェルノブイリ原発事故では、食品、ミルク、飲料水などの放射線量の測定や規制が当初極めて不十分であったため、放射性ヨウ素で汚染した原乳の摂取などにより、ICRPやUNSCEARなどの報告によれば、原発30キロメートルより避難した子供の甲状腺等価線量は平均1800ミリシーベルト、ゴメリ州全体で平均610ミリシーベルト、ベラルーシ国全体で平均150ミリシーベルトと報告されている [4]。これらの内部被ばく線量推計結果から見れば、福島における甲状腺がんのリスクは小さいと考えられる。

初期の外部被ばく線量については、福島県の県民健康管理調査における基本調査として、問診票に行動記録を付けていただき、現在判明している空間線量率などのデータと合わせて初期4か月間の外部被ばく実効線量をコンピューター解析にて推計している。2013年2月の発表によれば、福島県の約38万7千人の解析が終了し、その結果では2011年3月11日から7月11日までの4か月間の推計実効線量は、1ミリシーベルト以下が66.3%、2ミリシーベルト以下が95.0%、3ミリシーベルト以下が99.3%で、最高は25ミリシーベルトだった。一方、その後の慢性的な外部被ばく線量については市町村単位で簡易線量測定器（多くはガラスバッチ）を用いて測定がなされている。例えば、郡山市の発表によれば、中学生以下の児童約2万数千名あまりの結果では、2011年11月のガラスバッチ線量が1年に換算すると年間平均0.97ミリシーベルトであった。2012年11月の結果は年に換算すると年間平均0.59ミリシーベルトとなっており、かなり低下してきている。

2. 県民健康管理調査事業

今回の原子力災害をまとめると、原発事故により事故前よりも高バックグラウンド（低線量被ばく）地域が出現し、健康に影響を与える可能性のある環境リスクの一つとして認識する必要が出てきたと考えられる。そのため環境からの外部被ばくと、食物連鎖による内部被ばくを抑制する継続的な努力が必要である。食品や土壌・環境のモニタリングが流通レベルに加えて、生活レベルでも一般化できつつあり、全体的に見れば、外部被ばくも内部被ばくも低く抑えられていると思われる。子供達の放射線健康リスクを考える上では、単に線量低減にだけ

や環境リスクだけに目をつけるということだけでなく、社会的な面や、心身両面から一人一人に対し、地域の保健や医療と協力して、双方向性の長期サポート体制構築することが重要だと考える。

このような観点より、現在、福島県内では様々な健康に対する地域の取り組みが始まっている。福島県全体としては県民の長期間の健康を見守るため県民健康調査事業がスタートしている [5]。これは、上述した初期の外部被ばく線量を推計する基本調査に加えて、18歳以下の子供の甲状腺検診、妊産婦調査、避難地区の住民に対する健診やこころの健康と生活習慣病に対する対応などが行われているので紹介する。

(1) 小児甲状腺スクリーニング

小児甲状腺がんはチェルノブイリの例から考えると4、5年後の比較的早期より発症増加が見られはじめる可能性がないとはいえない。前述したように放射性ヨウ素の内部被ばくの結果からは、甲状腺がん発症率増加は考えにくいとはいえ、甲状腺がんのリスクを正しく評価することは、住民の心配に答える意味でも重要である。そのため、子どもの甲状腺の超音波検査が事故当時0-18歳、36万人を対象に20歳まで2年に1回、その後5年に1回超音波検査を行うことで2014年より本格的なスクリーニング健診が開始される。そのため2011年より甲状腺スクリーニングの先行健診をスタートさせた。この先行健診の意味は、まだ放射線の影響が考えられない時期の子供たちの甲状腺の状態を把握して、もし何らかの影響があった場合でもその変化を鋭敏にとらえる目的である。日本で子供の甲状腺超音波スクリーニングを行うことは初めてであり、様々な専門的な観点を考慮し、日本や世界の甲状腺や超音波の専門家からの意見を取り入れながら、統一した基準でスクリーニングを行い、診断や治療の適応もガイドラインに従って始めた。スクリーニング基準としては、結節と嚢胞に焦点をあて、結節の場合は直径が5mmより大きいものを2次スクリーニングが必要なB判定とした。複数あった場合はその最大径で判断している。また嚢胞内結節を認める場合は、嚢胞でなく結節としている。サイズだけでなく、その他の所見で必要であれば小さい結節でもB判定にしている。一方、A判定は正常範囲内だが、結節や嚢胞の所見を認めなかったものをA1判定、上記の基準以下の所見を認めたものをA2判定としてお知らせしている。また至急2次判定が必要な方はC判定にしている。2013年3月現在、すでに約17万人の子供たちの先行検査が終了し、順次結果をお知らせしている。この一次スクリーニングでは昨今の日常診療で用いられているような精密な超音波機器を用いていることもあり、微細なコロイド嚢胞のような所見がたくさん認められ、40%以上の方がA2判定になっている。もともと誰にでもあるような変化であるが、所見があれば心配されるのは当然で、お一人お一人の疑問に丁寧に答える分かりやすい方法を工夫しながら取り組んで

いる。A2判定は大部分が嚢胞だが、全体の約0.5%が小さな結節である。甲状腺の小さな結節は縮小・消失するものも多く [6]、増大する場合も非常にゆっくりしていることより、それらは次回の本格健診におけるスクリーニングで再検されることになる。次にB判定は全体の約0.5%だった。B判定の方々は2次スクリーニングを受け、採血検査や超音波検査の再検を行い、必要があれば甲状腺結節の細胞診を施行し、良性和悪性の鑑別を行う。B判定の方の大部分は良性だが、一部に甲状腺がんを認める。B判定で2次検査を受けた平成23年度、約3万8千人の先行調査中で10名の甲状腺がんもしくは疑いの方々が発見された。つまりスクリーニングを行うことにより、症状の出ない時期の甲状腺がんを早期発見することに繋がる。それらは早期治療ができて、低侵襲の手術で行えるなどのメリットがある。ただ腫瘍の増殖スピードが遅く、予後もいい小児～若年の甲状腺がんを非常に早期に診断することになるので、フォローアップのやり方が成人や高齢者と同様でよいかを今後よく考えてゆく必要がある。さらにスクリーニングをしていないときの発症率と、スクリーニングを行う状況での発症率には差が出てくるので、それをどのように補正すべきかも重要な点である。まだまだ課題はあるが、今後、福島県内の医療機関の協力をえて、より充実した体制をめざしている。

(2) 健康診査、こころの健康度・生活習慣病調査、妊産婦調査

避難地域の住民約21万人を対象に、健康診査とこころの健康度・生活習慣病調査が行われている。健康診査は2011年度全体で約75,000人が受診し、そのうち福島県立医科大学が行った健康診査に約42,000人が受診した。著しい異常値を認めた方には、直接保健師が電話連絡をとって対応をしている。全体としては、肥満や耐糖能異常、高脂血症、肝機能障害、高血圧などの疾患の増加を比較的若い時期からも認め、主として避難等に伴うライフスタイルの変化や、子供では環境中の放射性物質による運動不足などが影響している可能性が考えられる。生活習慣に関与する疾患の発症予防に向けて、地域の医師会や市町村の保健担当者などと益々の連携が必要とされている。2012年度は、受診機会を増やすため県内外の指定医療1,092機関に協力をお願いし、近くの医療機関で健康診査が受けられるようにした。また集団健診の場所において、受診者の健康の全般的な相談ができるように「よらず健康相談」を2012年度は83回行った。さらに多くの方が健康相談を受けられるような体制を地域の保健関係者とともに整備したいと考えている。

2011年度のこころの健康度・生活習慣病調査は自記式調査表を郵送し、回答率は44%にのぼった。支援が必要と判断されたところ関連の5,200人、生活習慣関連の2,300人に対し、臨床心理士、保健師、看護師らによる電話支援を行い、地域での支援が必要と思われる方に対しては、地域の保健関係者や心のケアセンターの紹介を行っている。また診療が必要と思われる方は、福島県内

の医療機関で協力いただける場所をお願いし、登録医講習会を受けられた医師を紹介している。登録医は2012年には82医療機関142名に上っている。

福島県内で母子手帳の交付を受けられた妊産婦にも調査票ベースの支援を行っている。2011年度は、15,954人に調査票を送り、9266人から回答が寄せられた。うち1,393人に支援が必要と判断し、助産師、看護師を中心に電話や、メールで健康相談を行った。相談内容で最も多いのは放射線・放射能に関する質問で24%、次に母親自身の健康のことが16%、育児に関する悩みが11%、子供の健康に関すること8%、避難生活に関すること8%、家庭生活の悩み4%であった。妊産婦の方々は、受診されている産科の医師や助産師に赤ちゃんのことは相談されているので、そこで相談しにくい内容がこの支援では相対的に多くなると思われる。

III. 福島県における慢性期内部被ばく検査の現状

内部被ばく線量評価においては、緊急から現存被ばく状況に移行する時間経過とともに、初期の短半減期核種による内部被ばくと、慢性期の長半減期核種による内部被ばくに焦点を変えて考えなくてはならない。特に今回の事故の場合は、核種の放出比を考えると、放射性セシウムによる内部被ばくがどの程度になるかが、慢性期の主たる被ばく量コントロールの鍵になると考える。そのために必要な情報、コミュニケーションとはなにか、を以下に示す。

1. 福島県におけるWBC検査の現状

現存被ばく状況における内部被ばく評価について、実際に福島県ではどのように実測が行われているのか。2013年3月現在、福島県内に体内放射エネルギーを実測するホールボディカウンター(WBC)は約50台前後存在する(筆者調べ)。その多くはキャンベラ社製の立位・簡易型WBCで、設置状況は違えども、ある程度の精度を持って運用されている。わずかに椅子型が存在するが、バックグラウンドにターゲットの核種が見える現存被ばく状況下では、立位型に比べ性能が発揮しにくい、といえる。しかし、関係者の努力により、現場レベルでの全体的な精度向上と、情報共有が徐々に進んでいる点は強調したい [7]。測定現場における情報共有をさらに進めるために、福島県立医科大学放射線健康管理学講座が事務局を務める「第1回福島県ホールボディカウンター研究会」が2013年2月23日に開催された。以後、継続して開催していく予定である。

機械の成り立ち以上に、WBCを運用している主体の違いが、データ全体の俯瞰的な評価を困難なものにしている。福島県はバス搭載型WBCを8台所有し直轄で測定をしている他、県下市町村からの派遣要請にも応えているが、WBCを有する市町村は現住民の測定を別途数多く行い、さらに病院単独や、NPO法人などが独自に

測定を行っており、最終的にどのくらいの方がどういった質の検査を受けているのか、実態の把握を困難にしている。また、県民健康調査事業へのデータリンクについても、現時点では予定されている、という段階である。

これらデータの集積に基づく県の結果公表 [8] によれば、2011年6月～2013年2月までの総検査人数は118,930人、うち放射性セシウムによる預託実効線量1～2ミリシーベルトの方が14人、2ミリシーベルトが10人、3ミリシーベルトが2人とされており、この方々以外は1ミリシーベルト以下である。ただし実際のベクレル量の分布については詳細な内容が開示されていない一方、郵送される個人結果通知には検出限界を超えて有意に測定されたベクレル量が数字として記載されている、という乖離もある。

2. 独自公表結果からみるWBC実測に基づく現状

前項のような状況ではあるが、独自に測定結果を公表している機関もいくつか存在し、我々はそれらを通して、福島県に於ける現存被ばく状況下の内部被ばくの現状を、概ね正確に把握出来るようになった。南相馬市では南相馬市立総合病院でのWBC検査の結果を、定期的にホームページにて公表している [9]。また民間ではあるが、公益財団法人 震災復興支援放射能対策研究所も同様の結果公表を行っている [10]。いずれの結果も、立位・簡易型WBCの検出限界を下回る方の割合が極めて高く、住民の日常的な放射性セシウム摂取がごく少ない、ということが見て取れる。また、ここに挙げた公表分については、前者については東京大学の坪倉ら [11]、後者は東京大学の早野ら [12] が中心となってまとめ、英語論文として国際的な発信もなされた。

早野らの報告によれば、1. 福島県の慢性期内部被ばくレベルは、チェルノブイリ原発事故と比較すると、土壤汚染のレベルに比して非常に低い、2. 特に、2012年5月以降に測定された小児においてはひとりも検出限界を超えていない、3. ごく少数の高齢者において体重1kgあたり100ベクレルを超える放射性セシウムを保有する方がおられ、その原因として検査を受けていない天然のキノコやキノシシ、川魚などの食材を日常的に、摂取していたことが考えられるが、これらの方々は、汚染食材の摂取を控えることで、生物学的半減期に沿った体内放射性セシウム量の減少が確認されている。さらに、福島県の三春町の小中学生ほぼ全員を、時期を分けて2回測定した結果、2回目で全員が検出限界以下になった。これは、内部被ばくレベルの低い集団だけが初期に検査を受けたというサンプリングバイアスの可能性が低いことを示している。この結果は、福島県 [13] や厚生労働省 [14]、コープふくしま [15] などが行っているマーケットバスケット調査、陰膳調査などの結果と概ね一致しており、例外的に摂取量が多い方は極めて少ない、という現実が見えてくる。

3. 「明日何を食べますか？」について対話することの意味

住民に提供する情報として、実測された内部被ばく量が極めて少ないという結果は非常に喜ばしいことだが、これが個人のみには伝えられ、その意味がわからない、という声が現場に届く。公表されるWBC結果のフォーマットがほとんどすべて「1ミリシーベルト以下」であるということと、ごくわずかな例外を除く住民のほとんどが、毎日の食事から放射性セシウムをごく少なくしか摂取していない、という認識の乖離を繋ぐことができない。そのため、例えば自家産品や家庭菜園などの作物に関しても、単純に避ける傾向を止めることができない。遠隔地でも流通品を避ける傾向の経時的助長がある、という。

WBC検査を行っている現場側にも、この低い内部被ばく量の結果が、生産者および研究者による放射性セシウムの農産物への移行を防ぐ努力、農地や果樹樹皮除染の努力、食品計測の努力、適切な摂取制限・出荷制限の指示、消費者自らの努力、これらがすべて相まって計測値が低い、という実感が得られていない。そして、その努力の連環による結果を報道も伝えることができない。これらは、今回の事故における内部被ばくによる影響が少ない、という説明のみでは片付かない問題であり、「食」が生きて言うことに密着していること、明日何を食べればいいのか、という切実なものとして直結していることを、多くの当事者が共有した上で、すべての対策が防護的に成功している、という実感を共有し、住民にそれを還元することが、2年間で得られたデータを有効に利用する方法ではないか、と考えている。WBC結果の収集解析と、そこから何が言えるのかをはっきりとわかりやすく、生活に役に立つ情報として住民や現場にお伝えし、未来へ繋げてゆくことを専門家は現地で求められていると考える。

IV. おわりに

原子力災害時の急性期対応の確立と、事故を起こした原子炉の廃炉に向けた作業工程下のリスクへの対応に加えて、慢性的な低線量（かつ低線量率）放射線健康リスクに対し、それらを健康リスク因子の一つとして捉え、他のリスクと同様に多角的に判断し、効率的で実効性のある予防医学が構築されて、多くの方々が生きがいをもって健康的な生活が送れるようになることを願っている。最後に今回の災害に対し、全国、全世界からの温かいご支援に深謝申し上げる。

文献

- [1] Tanigawa K, Hosoi Y, Hirohashi N, Iwasaki Y, Kamiya K. Loss of life after evacuation: lessons learned from the Fukushima accident. *Lancet*.

- 2012;379:889-91.
- [2] Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanva, TI, Olynik, Lubin JH, et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environ Health Perspect.* 2011;119:933-9.
- [3] Tokonami S, Hosoda M, Akiba S, Sorimachi A, Kashiwakura I, Balanov M. Thyroid dose for evacuees from the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports.* 2012;2:507. Available from: http://www.nature.com/srep/2012/120712/srep00507/full/srep00507.html?WT.ec_id=SREP-20120717 (accessed 2013-04-04)
- [4] Cardis E, Hatch M. The Chernobyl accident- an epidemiological perspective. *Clinical Oncology CR Coll Radiol.* 2011;23:251-60.
- [5] Yasumura S, Hosoya M, Yamashita S, Kamiya K, Abe M, Akashi M. Study protocol for the Fukushima health management survey. *J Epidemiol.* 2011;22:375-83.
- [6] O'kane P, Shelkovoy E, McConnell RJ, Shpak V, Parker L, Brenner A, et al. Frequency of undetected thyroid nodules in large I-131-exposed population repeatedly screened by ultrasonography: Results from the Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid disease following the Chernobyl accident. *Thyroid.* 2010;20:959-64.
- [7] 宮崎真, 大津留晶. 第1回ホールボディカウンター学術会議は何を明らかにしたのか?—福島県内に配備の進むホールボディカウンターの運用について考える—保健物理. 2012;47:108-12.
- [8] 福島県. ホールボディカウンターによる内部被ばく検査の実施結果について. 2013.4.1. http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=26211 (accessed 2013-04-04)
- [9] 南相馬市. 市民の内部被ばく検診「ホールボディカウンター (WBC) による」の結果(3). 2013.3.11. <http://www.city.minamisoma.lg.jp/index.cfm/10,2062,61.html> (accessed 2013-04-04)
- [10] 公益財団法人震災復興支援放射能対策研究所. 第2回内部被ばく検診『ホールボディカウンター (WBC)』による検査結果. 2012.10.11. <http://www.fukkousien-zaidan.net/research/index.html> (accessed 2013-04-04)
- [11] Tsubokura M, Gilmour S, Takahashi K, Oikawa T, Kanazawa Y. Internal Radiation Exposure After the Fukushima Daiichi Nuclear Power Disaster. *JAMA.* 2012;308:669-70.
- [12] Hayano R, Tsubokura M, Miyazaki M, Satou H, Sato K, Masaki S, et al. Internal radiocesium contamination of adults and children in Fukushima 7 to 20 months after the Fukushima NPP accident as measured by extensive whole-body-counter surveys. *Proc Jpn Acad Ser-B.* 2013;89:157-63.
- [13] 福島県. 福島県における日常食の放射線モニタリング結果. 2013.3.13. http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=2FE2A512F7A7BC8AF0583294AF3F20FD?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=31532 (accessed 2013-04-04)
- [14] 厚生労働省. 食品からの放射性物質の摂取量の測定結果について. 2013.3.11. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002wyf2.html> (accessed 2013-04-04)
- [15] コープふくしま. 2012年度下期陰膳方式による放射性物質測定調査結果 (2013年2月27日更新). 2013.2.27. http://www.fukushima.coop/kagezen/2012_02.html (accessed 2013-04-04)