

甲状腺簡易測定検査の経験とその課題

福島県立医科大学 保健科学部 診療放射線科学科 ○大葉 隆 (Ohba Takashi)

【はじめに】

原子力発電所(原発)の大規模な事故は、大気中へ放射性物質の大量放出を引き起こす。このような原子力発電所事故(以下、原子力災害)における放射性物質には、大量の放射性ヨウ素が含まれる。放射性ヨウ素で重要な核種は、 ^{131}I (物理学的半減期:8.025日)である。過去に、1986年のチェルノブイリ原発事故において、大量の ^{131}I が放出され、牧草を含む地面に沈着した。その牧草を食べた乳牛の牛乳には ^{131}I が含まれており、子供たちはこの ^{131}I を含んだ牛乳を飲み、甲状腺の被ばくを受けた¹⁾。チェルノブイリ原発事故の疫学調査より、 ^{131}I の甲状腺線量と甲状腺がんの相対リスクに線量効果関係があることが示されている²⁾。そのため、福島第一原子力発電所(福島第一原発)事故後に、福島第一原発周辺自治体の子供たちを中心に、甲状腺線量測定が実施された。子供たちの測定人数は1,149名で、その解析人数が1,080名であった³⁾。当時の甲状腺線量測定は、通常、空間線量率を測定する1インチのNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータで実施された。その結果として、全体的に $0.1 \mu\text{Sv/h}$ を下回るレベルの甲状腺線量であったとの報告だった³⁾。

2011年の福島第一原発事故後、原子力災害時の子供たちの甲状腺線量を早期にとらえ、甲状腺がんのリスクを推計するために、内閣府(原子力防災担当)や原子力規制庁より、甲状腺線量測定におけるマニュアルと運用の手引きが報告されている^{4, 5)}。現在は、これらのマニュアルと運用の手引きをベースに、甲状腺被ばく線量モニタリングと呼ばれる甲状腺簡易測定検査の研修が実施され、人材育成が進められている。

そこで、本講演は、このような背景から、将来的な原子力災害へ備えるために、甲状腺簡易測定検査の研修を通じた経験と課題を報告する。

【甲状腺簡易測定検査の対象住民】

甲状腺被ばく線量モニタリングによる甲状腺簡易測定検査は、避難退域時検査後に実施される。避難退域時検査の対象になる住民は、UPZ(Urgent Protection action planning Zone:緊急時防

護措置を準備する区域)で原子力発電所からおおよそ5 km~30 kmの範囲に住んでおり、かつ、OIL(Operational Intervention Level:運用上の介入レベル)において、OIL1の避難や、OIL2の一時移転に該当する区域となる。OIL1の避難では、特定の地域の空間線量率が $500 \mu\text{Sv/h}$ を超過して、1日以内に避難となる。OIL2の一時移転では、特定の地域の空間線量率が $20 \mu\text{Sv/h}$ を超過して、1週間以内に移転となる。このような住民は、避難退域時検査を通過後に、避難所や移転先へ移動することになる。さらに、甲状腺簡易測定検査の対象は、上記の住民の中で、19歳未満の者、妊婦・授乳婦やこれらと一緒に移動している保護者となる。つまり、甲状腺簡易検査は、避難退域時検査が対象であった全ての住民が対象とならず、避難退域時検査を受けた住民の2割程度が対象になる。

【甲状腺簡易測定検査の流れ】

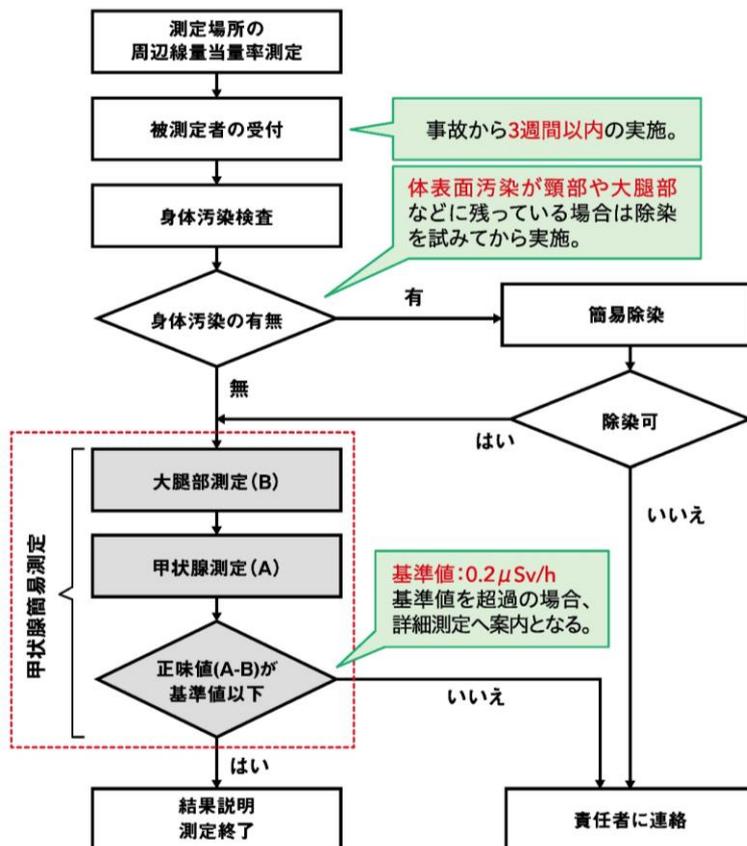
甲状腺簡易測定の流れをFig.1として、示す。この甲状腺簡易測定の流れは、甲状腺線量測定におけるマニュアルと運用の手引きから引用した^{4, 5)}。甲状腺簡易測定の間における空間線量率は、環境バックグラウンドレベルが望ましいとされている⁶⁾。そして、甲状腺簡易測定の間は原子力災害より3週間以内の実施が推奨されている。甲状腺簡易測定の前に、測定部位(頸部と大腿部)の体表面汚染検査を実施して、体表面汚染レベルが環境バックグラウンドレベルであることを確認する。体表面汚染が検出された際には、簡易除染を実施して、除染効果がみられる場合のみ、甲状腺簡易測定は実施される。また、使用機器は、1インチのNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを使用する。

甲状腺簡易測定は①大腿部の測定、②頸部の測定順で実施される。①大腿部の測定は、大腿部にNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを当て、時定数10秒で、30秒後の $\mu\text{Sv/h}$ の値を1回読み取る。②頸部の測定は、頸部の胸鎖関節上部にNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを当て、時定数10秒で、30秒後の $\mu\text{Sv/h}$ の値を5~10秒ごとに3回読み取る。

次に、正味値の計算を実施する。まず、頸部の測定値で3回の読み取った指示値より、中央値を抽出する。その次に、頸部の測定値で中央値から大腿部の測定値を差し引く。さらに、使用したNaI(Tl)シンチレーションサーバイメータの校正定数を乗じて正味値を算出する。

最終的に、この正味値が基準値の0.2 $\mu\text{Sv/h}$ を超過しているかどうかを判断する。基準値を超過している場合には、詳細測定へ案内することになる。ここで、重要なこととして、測定結果は測定者または測定補助者が対象者へ伝達することになっている。例えば、正味値の値が基準値を超える場合は、「基準値レベルを超えたので詳細測定の対象とな

る」となり、正味値の値が基準値レベル以下の場合には、「詳細測定の対象ではない」ことを伝える。この際に、正味値を伝えることはせずに、詳細測定の対象の可否のみを伝えることが望ましい。その理由として、甲状腺簡易測定による個人の測定結果のばらつきは、CV(Coefficient of Variation:変動係数)にて、0.2 $\mu\text{Sv/h}$ 付近で20%程度存在していると報告がある6)。つまり、甲状腺簡易測定の結果は、誤差が大きく、正味値で甲状腺線量の絶対値を決定づけることができない。そのため、甲状腺簡易測定の値が独り歩きすることを避けるため、正味値を伝えない方が良く考える。



周辺線量当量率の測定に広く用いられる NaI (Tl) サーバイメーター

Fig.1 甲状腺簡易測定を含めた全体の流れ

【甲状腺簡易測定研修の問題点と課題】

甲状腺簡易測定研修は、現在において、日本診療放射線技師会(JART)会員のみ、地域に関わらず受講可能となっている。ただし、甲状腺簡易測定研修を受講する前に、原子力災害基礎研修をWEBで受講する必要がある。甲状腺簡易測定研修は座学の講義部分をWEBで受講して、実技のみを対面講習にて受講することとなっている。以前において、甲状腺簡易測定研修の受講生は、原発立地道府県の原子力災害拠点病院や原子力災害医療協力機関に属するスタッフへ限られていた

が、近年になり、JART会員のみこの制限が変更され、地域制限がなくなった。このように、甲状腺簡易測定に従事できる医療従事者を増やす取り組みが進んでいる。このような傾向は、原子力災害への対応として重要なことであると考えられる。

ただし、甲状腺簡易測定研修での実技における対面講習には、問題点がある。それは、Fig.2のように、頸部の測定技術の習得にて、人形を使用する点にある。人形には、密封線源の放射線物質を設置する人形と設置しない人形があり、また、線量強度も密封線源の規定量で調整している。この講習

では、人形を10体程度用意して、測定員が1台のNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータをもち、記録者が記録用紙を持って、1名ずつでペアになり、人形の頸部測定を実施する。また、人形には大腿部が無いため、Fig.2の人形の下にある番号の部分にNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを当て、測定値を得ている。この講習での問題点としては、①原子力災害では、人を対象に頸部測定を実施するため、人形の頸部測定技術を習得して、どの程度のスキルになるのか、そして、②人形は会話しないが、人の頸部測定時は会話が必要になるため、頸部測定時のコミュニケーションスキルを身に付ける必要があるのか、という事である。



Fig.2 甲状腺簡易測定研修における頸部測定用の人形

我々は、この問題点に対して、実際に被検者に協力してもらう人の頸部測定及び、人形の頸部測定の比較について、2025年9月に福島市内で開催した甲状腺簡易測定研修にて実施した。この研修での比較検討は、福島県立医科大学倫理審査委員会の審査と承認を得て実施された(REC2025-098)。

この結果、①原子力災害では、人を対象に頸部測定を実施するため、人形の頸部測定技術を習得して、どの程度のスキルになるのか、について、受講生の意見としては、「人形の頸部測定は人の頸部測定より非常に簡単であった」や、「人の頸部測定の場合、甲状腺の位置で測定できるか不安であった」があった。ここから、人形の頸部測定技術は、甲状腺簡易測定の手順確認としての入門編のように必要であるが、様々な頸部の形状を体験するためには、人の頸部測定が必須となる。また、②人形は会話しないが、人の頸部測定時は会話が必要になるため、頸部測定時のコミュニケーションスキルを身に付ける必要性、について、受講生の意見としては、「人の頸部測定の場合、測定検査の流れを説明する必要があった」や、「測定結果を説明した後の被検者からの質問への返答が難しかった」が挙げられた。ここから、人形の頸部測定にお

ける講習では、表面化しなかった部分が明らかになった。改善点として、今後の講習では、人を対象とした質疑応答部分のコミュニケーションについて、学習する機会が必要であることが示された。

【まとめ】

本講演は、将来的な原子力災害へ備えるための、甲状腺簡易測定検査の研修を通じた経験と課題を解説してきた。甲状腺簡易測定は、手順がルール化されており、そのルールについて、研修を通して学ぶ必要がある。また、この研修は、問題点が存在しており、それらへの改善も必要であることを本講演では示した。

【参考文献・図書】

- 1) UNSCEAR.: UNSCEAR 2008 Reports Vol. II, Sources and effects of ionizing radiation. Annex D: Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. New York, United Nations, 2011
- 2) Brenner, AV, Tronko, MD, Hatch, M, et al.: I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chornobyl accident. Environmental health perspectives, 119(7), 933-939, 2011
- 3) Kim, E, Igarashi, Y, Hashimoto, S, et al. Estimation of the thyroid equivalent doses to residents in areas affected by the 2011 Fukushima nuclear disaster due to inhalation of 131I based on their behavioral data and the latest atmospheric transport and dispersion model simulation. Health physics, 122(2), 313-325, 2022
- 4) 内閣府(原子力防災担当), 原子力規制庁. 甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル. <http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/measure/index.html> (12 November 2025, date last accessed).
- 5) 内閣府(原子力防災担当). 甲状腺被ばく線量モニタリング簡易測定運用の手引き. https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/shiryoku/shiryoku.html (12 November 2025, date last accessed).
- 6) Yajima, K, Kim, E, Tani, K, et al.: A Screening survey exercise for thyroid internal exposure from radioiodine after a nuclear accident. Radiation protection dosimetry, 183(4), 483-488, 2019