

平成 27 年度 放射線基礎セミナー

—東京電力福島第一原子力発電所事故の数値を読み解くために—

高橋 浩之

Takahashi Hiroyuki

平成 27 年度放射線基礎セミナーは、7 月 10 日(金)、11 日(土)に東京大学の中島董一郎記念ホールにおいて開催された。本セミナーは従来より若手育成を図るためにイブニングセミナーとして実施されていたものが発展して現在の形になったものであるが、例年、アイソトープ・放射線研究発表会の前後に続けて開催されており、今回は、第 52 回研究発表会の最終日の 15 時から始め、翌日の昼まで行われた。本セミナーは日本アイソトープ協会のライフサイエンス部会と理工学部会が共同で主催しているが、今回は前者が企画を担当し、「東京電力福島第一原子力発電所事故の数値を読み解くために」というテーマで、4 件の教育講義と 1 件の特別講義が行われた。初日は、ライフサイエンス部会の林徹副部会長の開講挨拶にはじまり、2 件の教育講義と 1 件の特別講義が行われた。

最初の教育講義は、帝京大学医療技術学部の鈴木崇彦先生により「放射線の量と健康影響」という題で行われた。本講義では、本セミナーの導入として、多くの異なる観点から記述されている放射線の量について整理をし、その量と影響の関係について解説したものである。放射能とその単位 Bq、吸収線量とその単位 Gy についてこれらが実測の可能な物理量として厳密な値であるとの説明がなされた。一方、放射線の健康への影響を表すには、種類やエネルギーの異なる放射線に対して同じ取扱いではできず、生物学的効果比を考慮して、個々の放射線ごとに異なる重みを与えて取り扱う必要があり、吸収線量と比較して、その厳密性の点では幅の広い

量である等価線量について説明された。実効線量については、更に組織・臓器ごとに異なる重みを与えて取り扱うため、大きな幅を内在しているとの説明がなされた。鈴木先生は福島第一原発における講演の際に、外部被ばくに比べて内部被ばくは逃れようがないために、より危険ではないかとの質問を多く受けられたとのことであるが、これを議論するためには内部被ばくも線量の値として求めて比較する必要がある。また、量の大小以外にも変動幅について考えることも必要であろうとの見方が示された。

2 件目の講演は、福島大学環境放射能研究所の青山道夫先生より「環境試料の放射能測定と測定値からの誘導量(放出速度、放出総量等)」について：東京電力福島第一原子力発電所事故の場合」と題して講演が行われた。初めに環境試料の放射能測定に関する一般的な説明がなされ、単位体積・質量当たりの放射能を求めて、得られた値には不確かさがあり、時空間変動の解析においてはこの情報が必須であるとの説明がなされた。SI 単位系においては、放射能の単位 Bq は s^{-1} として表される。環境試料の放射能測定の結果として得られる比放射能は $Bq\ kg^{-1}$ 、 $Bq\ m^{-3}$ として表される。一方、このような観測値の時間変動を空間、時間で積分することで放射能の降下量・海水中総量・放出速度などの誘導量が求められるが、どのように誘導量を求められるかを理解することが重要である。その後、海洋環境での福島第一原発事故で放出された放射能の挙動について説明がなされた。表層には放出量のうち 5% が存在し、残り

の95%は海洋内部へ輸送されたと考えられる。また、海洋流には大きな流れがあり、30年程度の周期で放出された放射能が戻ってくる可能性がある。

また、 ^{137}Cs の放出量については、マスバランスが示された。初日最後の特別講演では、放射線安全フォーラム理事の多田順一郎先生より「シーベルトは健康影響の目安か?」と題し、様々な側面からSvという単位の理解を促す内容の講演が行われた。最初は皮膚の時代として、X線の利用に伴う皮膚障害が問題となり、1931年に年間50レントゲンを限度とする放射線防護基準が米国で設けられた。次に骨髄の時代となり、造血組織への影響を制限するために、年間5レントゲンが1941年に提案されている。その後、世界中の人々が核実験の影響で放射性降下物からの放射線を受けるようになり、H.J. マラーのショウジョウバエの実験における突然変異の確率と放射線量の間の比例性を重視して、低線量放射線の影響には閾値がないとする考えが確立した。ただし、この例では修復機能がないために、当時、放射線の影響が過大に評価された点是否めない。一方、放射能により、全人類の遺伝子が損傷するという観点からは、集団を防護しなくてはならないということになり、Dose limitation for members of publicという考えが生まれた。次にがんの時代となった。がんは個人の問題であるが、リスク論で先の限度の値を安易に継承してしまった。その後、原爆線量の再評価により、放射線影響のリスクをより高く見積もる必要が生じ、現在の年間1 mSvが出てくるようになった。このようなSvにまつわる歴史を示した後、防護線量としての考え方について、仮想的標準人の反応を考えて、半分男性で半分女性のファントムを用いて平均を取っているというイメージが示され、放射線防護の方針を立てる上では有用であるが、個人の受けた放射線の影響評価に使えるものではないということが述べられた。その後、線量計測における考え方が示され、最後は高校生の行った業績について紹介され、放射線防護における自然放射線の扱いについての新たな提言が投げかけられた。

2日目は、東京大学大学院農学生命科学系研究科の廣瀬農先生より「内部被ばくを理解する」という題目で、内部被ばくの考え方として、体内動態モデル、線量評価モデル、預託線量等について分かりやすく説明がなされ、ICRPのFreeCDで配布されているパッケージを用いた放射能からの線量推定についてデモンストレーションがなされた。また、自然放射線に関して、御影石の放射線の実演や、 ^{210}Po の濃度がイワシで高く、特に幽門水へ集積されていることなどが紹介された。最後の講演は放射線医学総合研究所の栗原治先生により「東京電力福島第一原子力発電所事故に係る緊急作業員および住民の内部被ばく線量評価」という題目で、主に ^{131}I の甲状腺線量の実測と評価についての講義がなされた。最初にその前の講義で出た質問に答えて、放射能からの線量係数についての不確かさについての言及があったが、おおむね換算係数の不確かさとしてファクターで2~3くらいは考えられるとのことであった。福島第一原発事故では環境中に放出された ^{131}I の総量として150 PBqくらいはあるので、これによる線量の評価が重要である。実際に福島県で測定する際にはバックグラウンドが高いので、その影響を低く抑えることが重要である。緊急作業員については、事故発生後より小名浜コールセンターにおいて、車載型WBC（ホールボディカウンター）により内部被ばく線量評価が実施されているが、 ^{131}I が大きく寄与することが分かり、HPGe検出器を用いて、甲状腺モニタが構成され、活用された。最大値は600 mSvということである。住民の被ばく線量については、厚生労働省からの委託事業として、疫学調査研究が進行している。外部被ばくについては、個人の行動調査に基づき評価するが、内部被ばくの ^{131}I については、多くの不確かさがあり、なるべく人のデータを用いることが望ましいということである。最後はアイソトープ協会ライフサイエンス部会の小島周二副部会長より、閉講挨拶が行われた。

(東京大学大学院工学系研究科)