

平成 29 年度 放射線基礎セミナーを振り返って

佐々木 徹
Sasaki Toru

平成 29 年 7 月 7 日、東京大学農学部フードサイエンス棟中島董一郎記念ホールにおいて放射線基礎セミナーが開催された。本セミナーは、学生及び若手研究者を主な対象としている。アイソトープ・放射線に関する重要な基礎及び幅広い応用に役立つテーマを分かりやすく解説することを目的に、日本アイソトープ協会の理工学部会とライフサイエンス部会とが、それぞれ基礎と応用の教育講演を企画し、共同で実施するものである。今年のセミナーの参加者は 56 名。そのうち学生参加者は 14 名で、特に若い方と会員以外の方の参加が目立った。理工学部会はここ数年、放射線の単位をテーマとした講演を行ってきた。昨年度は、放射線防護における線量(実効線量と等価線量)と、放射線測定器で測定される線量(実用量)に関する教育講演を行った。本年度は、放射線の源にある核種と放射能(ベクレル)を改めて考えようということで、長年大気及び海洋中の放射能の分析方法の開発に従事され、福島第一原子力発電所事故で環境中に放出された放射性 Cs の評価研究を行っている、福島大学環境放射能研究所教授の青山道夫氏に、基礎と応用の両方の教育講演をしていただいた。前半の講演は、「 γ 線放出核種の核種同定と放射能の決定の基礎」と題して、原子構造、放射線の種類と性質について、高校の物理学レベルで分かりやすく解説していただいた。青山氏はこの講演のために、40 年前の教科書を見直したという。当日配布された要旨集は文献付きの膨大なもので、学生や初学者必携の解説書にしてもよいと思えた。その上で、青山氏は半導体検出器による γ 線の検出の原理を、これも分かりやすく説明された。

γ 線の検出は、そのものを直接捉えるのではなく、光子と物質の相互作用の結果生ずる荷電粒子を介することを強調した。より精度の高い光子数の勘定と放射能決定のためには、幾何学的な条件(立体角)、測定対象核種の化学分離、低バックグラウンド化、コンプトン散乱の低減が大切であることを指摘した。また、エネルギーを特定するには、光子と物質の相互作用と放射壊変の揺らぎ(測定対象核種とバックグラウンド)を理解しなければならないと述べられた。後半は、東京電力福島第一原子力発電所事故で環境中に放出された ^{134}Cs と ^{137}Cs の定量法に関する講演であった。青山氏は、原子力発電所事故に関連して報告されている ^{134}Cs の定量値の多くが、過小評価されていることを指摘した。その原因は、時間分解内で同時期に複数の光子が入射すると、1 つのピークとしてしまう現象「サム効果」の補正にあるという。青山氏は、まずサム効果を分かりやすく説明された。その上で、サム効果の補正の問題は、チェルノブイリ原子力発電所事故の時代から指摘されていて、 ^{134}Cs を井戸型半導体で計測する際の相対効率(30%)に対して、10%は少なく見積もられるという。海水中の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比は世界中の施設でかなり異なるが、これもサム効果の補正が難しいことに起因するという。最後に青山氏は、カスケードシーケンス法という、サム効果の補正法を紹介した。

昨年度のライフサイエンス部会からの企画テーマは、PET 核種を利用した医療画像診断とその放射性核種製造であった。本年度の教育講演は、近年注目されている放射性核種(RI)を用いた内用療法をテーマに取り上げた。前半は、量子科学技術研究開発機

構量子ビーム科学研究部門高崎量子応用研究所リーダーの石岡典子氏から、「がんの放射線治療：RI内用療法における薬剤開発」に関する教育講義をしていただいた。放射線治療法について、放射線の間接作用、直接作用に始まり、内用療法の基礎として、外照射と内照射療法、内照射療法の原理等について分かりやすく解説していただいた。国内外の照射用薬剤の開発状況では、日本の内照射用薬剤の承認が海外より10年間の遅れをとっていることの指摘があった。これまでのRI内用療法用薬剤に用いられる核種は β 線が中心であったが、石岡氏の示した α 放出核種である ^{225}Ac 標識PSMA-617の去勢抵抗性前立腺癌の治療成績は驚くべきものであった。石岡氏らは、原子炉施設を使用する必要が無く、核種の安定供給が可能な加速器を用いた ^{211}At の製造法と、それを用いたMABG（メタアスタトベンジルグアニジン）の標識法を確立した。褐色細胞腫を皮下に移植したマウスにおける評価結果からは、極めて高い抗腫瘍抑制効果が確認され、臨床応用が期待できると感じた。後半は、北里大学医学部放射線科学放射線腫瘍学講師の石山博條氏から、「前立腺癌に対する放射線内用療法（ ^{223}Ra 薬剤を中心に）」と題する教育講義をしていただいた。 ^{223}Ra は、最近注目されている放射性核種で、国内の複数の施設で骨に転移した前立腺癌の内用療法が開始されている。石山氏の在職する北里大学は、日本で2位の臨床実績を有する施設である。石山氏からは、「前立腺癌とは」に始まり、前立腺癌の集学的治療、その1つである去勢による前立腺癌の「ホルモン療法」、更に、ホルモン療法の効果が無くなった「去勢抵抗性前立腺癌」について、分かりやすく説明していただいた。 ^{223}Ra は、去勢抵抗性前立腺癌の治療の内用療薬として、また、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y に次いで、本邦4例目の保険承認薬剤として期待されているという。石山氏は、去勢抵抗性前立腺癌患者の ^{223}Ra による内用療法の治療成績を示した。プラセボ群の生存期間が11.3か月であるのに対して、ラジウム群では3.6か



月の延長があった。これに加えて、 ^{223}Ra には疼痛緩和等生活の質（QOL）を改善する効果も認められ、骨転移を認める去勢抵抗性前立腺癌の集学的治療の中で、生存期間の延長とQOL改善を示す放射性医薬品として重要な役割を担うという。 ^{223}Ra による治療は、静脈注射により、1回55 kBq/kg体重を4週間間隔で、最大6回まで投与するという。この投与によって、介護者の積算線量が5 mSv、公衆が1 mSvを超えることはないとのことである。その一方、標準的な6回投与による薬価は400万円を超え、石山氏は高額な薬剤が医療財政に大きな負担となることも指摘した。

本セミナーの歴史は意外に古く、1995年にまで遡る。当初はサマースクールとして、理工学部会単独で開催されていたが、箱根の成蹊大学セミナーハウスで開催されるようになった頃から、ライフサイエンス部会との共催となった。その後、サマーセミナー、オータムセミナー、エンライトニングセミナーと名前、場所を変え開催されてきた。次年度は、近年の放射線・放射線同位元素の利用の変化や、今年のセミナーでいただいたアンケートを解析した上で、運営体制を見直す予定である。最後に、講師を務めていただきました先生方、ご参加、ご協力いただいた多くの方々に感謝いたします。

（北里大学医療衛生学部）