

アイソトープ総合部門

部門長 中島 覚

3月11日に東日本大震災が発生し、その後東京電力福島第一原子力発電所事故が発生しました。私たちは、放射性同位元素を用いた全学の教育研究支援を行うとともに、全学の放射線安全管理に務めるために日々活動を行っておりますが、放射線に関するものとして福島第一原子力発電所事故に対する支援を行わなければならないと考えています。アイソトープ総合部門としての全学支援の活動は、放射性同位元素教育研究部と放射性同位元素管理部の活動報告にまとめられていますので、そちらをご覧ください。この場では、福島第一原子力発電所事故に関するアイソトープ総合部門の支援活動についてご紹介し、ご挨拶とさせていただきます。

アイソトープ総合部門では、事故後すぐに東広島キャンパスでの空間線量の測定を開始し、毎日ホームページに掲載してきました。これは、キャンパス内の外国人の方が不安に感じ、私たちのセンターに線量を問い合わせに来られたためでもあります。また、文部科学省からの依頼があり、毎日空間線量を測定し、その結果を毎日文部科学省に報告してきました。文部科学省は、全国のデータを集めて、ホームページに掲載してきました。文部科学省からの依頼は途中で週1回に変わり、すでに終了しました。部門独自の測定も、途中で週1回とし、3/30に終了しました。

学内外での福島第一原子力発電所事故に関する講演会でも貢献してまいりました。まず、留学生放射線講演会で講師の一人として貢献しました。引き続き、理学部の理学融合教育研究センターが開催した講演会でも講師の一人として支援しました。この講演会は広島大学の中だけでなく、広島市、大竹市、呉市でも開催されました。さらに、関係学会が開催する講演会でも講師の一人となりました。

昨年9月30日に解除された緊急時避難準備区域5市町村の復旧計画においてモニタリングの充実強化が求められていることなどを踏まえ、当該区域における復旧を支援する一環として、文部科学省、原子力被災者生活支援チーム、原子力災害現地対策本部、環境省等は、関係する市町村、福島県等と調整し、モニタリングを実施しております。そのうち、私たちは飲用の井戸水等地下水についてゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性核種の測定、分析を行いました。さらに、学内外の方からの福島第一原子力発電所事故に関する試料の核種別分析の依頼にも応えてきました。

放射線に関する学会も福島第一原子力発電所事故の支援を行っています。私たちが関係する日本放射線安全管理学会では、除染や測定方法に関連する支援、メンタルケアなど住民の不安を解消するような支援を行っています。当部門のメンバーも積極的に活動しており、メンタルケアでは中心になって活動を進めてきました。また日本アイソトープ協会の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）調査WGのメンバーとして活動しております。

広島大学では、「放射線災害復興を推進するフェニックスリーダー育成人材プログラム－放射線災害による人と社会と環境の破綻からの復興を担うグローバル人材育成－」が平成23年度、文部科学省「博士課程教育リーディングプログラム」に採択されました。このプログラムでは、分野横断的・実践的学問領域である「放射線災害復興学」を確立し、放射線災害からの復興の核となる「放射線災害から生命を護る人材」、「放射能から環境を護る人材」、「放射能から子どもと社会を護る人材」を育成します。そのために、本プログラムは、放射線災害医療コース、放射能環境保全コース、放射能社会復興コースの三つのコースからなります。私どものアイソトープ総合部門は放射能環境保全コースの支援をさせていただきます。

私たちは全学的な放射線安全管理と放射線利用教育研究の推進に努めてまいります。それと同時に、福島第一原子力発電所事故からの復興の支援も進めてまいります。そして、放射線災害からの復興の核となる人材の育成にも、微力ですが、努めてまいりたいと思います。ぜひ関係各位のご理解を賜りたいと思います。

【専任教員の研究紹介】

環境放射能への微生物活動の影響の検討

稲田晋宣

我々は、環境保全業務の一環から公共下水道および角脇調節池の水の環境放射能を測定してきました。またこの環境放射能測定をさらに展開し、環境放射能に関する研究を推進している。

これまでの測定の中で、下水および角脇池水の放射能測定値に周期的な変動が確認された。特に下水サンプルでは全ベータ線測定値が角脇池水と比較して高く、また残渣重量も多かった。さらなる解析の結果、この環境水の全ベータ線測定値は K-40 に由来することが明らかとなった。また残渣の元素分析から下水の残渣は炭素を多く含んでいた。これは下水中には豊富に有機物が存在し、その中には多くの微生物が含まれていると考えられる。この微生物の活動が下水サンプルの特殊性や環境放射能に何らかの影響を与えている可能性が考えられた。そこで放射能測定に加えて、微生物に関する解析も行うこととした。

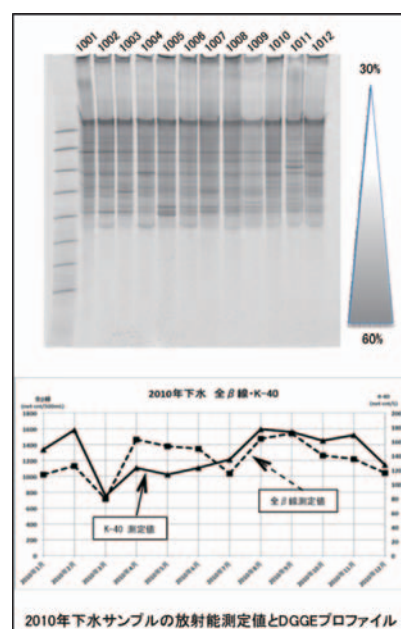
サンプリングは毎月行っている。2010 年の下水では全ベータ線測定値にも変動が確認された。この変動は K-40 の測定値に良く一致していた。この全ベータ線測定値の変動は 4～6 月にかけて上昇している。これに対して下水の残渣量は 3 月より減少し 6 月頃まで低い値を示した。

下水サンプルの微生物数は、標準寒天培地上でのコロニー形成数を確認した。その結果、コロニー形成数は 6 月頃よりその数が増え始めた。これは水温の上昇によるものと考えられる。また 7 月にピークに達し 8 月では減少していた。これは水温が上昇する 5～6 月頃に環境水中の微生物の活動が活発になり形成数が増えるが、7 月後半から 8 月では梅雨などの降雨の影響で減少したものと考えられる。上記の残渣量の変動も、降雨の影響によるものと考えられる。また、コロニー形成数の調査に加えて、16s rDNA 遺伝子の DGGE 解析も行った。そのプロファイルにも変動が確認された。これは微生物数に加えて、存在する微生物種のパターンも変動しているものと思われる。これまでの調査の中で、下水サンプルは保存中に pH が低下することを確認している。角脇池水サンプルでは pH の変化は確認できなかった。このことから下水サンプルの pH の低下は、下水に存在する微生物の影響と思われる。また下水サンプルを微生物が存在する条件下で培養すると、凝集する性質があることが分かった。この凝集体の形成は、水中の不溶物質を巻き込む状態で形成していた。下水の微生物の培養時に鉄を含ませて培養をしたところ、凝集体の形成の有無により、鉄の酸化状態に変化見られた。現在、この凝集体について詳細な解析を行っている。

この凝集体に見られるような、微生物の活動が環境中の放射性同位元素やその他の金属元素などに作用し、それによりこうした元素の環境中の移行に何らかの影響を与えていることは十分に考えられる。その結果、環境放射能の変動や移行に影響を与えている可能性もある。現在、微生物による影響について、さらに解析を行っている。

<参考文献>

Proceedings of the Eleventh Workshop on Environmental Radioactivity, 136-140 (2010).



【施設利用者の研究紹介】

炭素線治療場の線質・線量の評価

大学院工学研究院・量子エネルギー研究室 遠藤 暁

炭素線治療場の線質評価

放射線によるがん治療は、近年目覚ましい進歩を遂げている。その中でも代表は、炭素線を用いた重粒子線治療である。重粒子線は物質中でクーロン相互作用（電気的反発力）により、エネルギーを物質へと与え、エネルギーを失い減速する。この減速過程において静止直前に最も大きなエネルギー付与を行い（図1参照）ピーク構造となる。このピークをブラッグピークと呼ぶ。比較のため、X線のエネルギー付与の深さ分布を示している。図よりX線では、物質表面で線量が高く深部においては減少するのに対し、重粒子線では表面において線量が小さく、深部に行くに従い大きくなるのがわかる。したがって、このブラッグピークを腫瘍などの治療部位に合わせることで、選択的に腫瘍細胞を殺せる。さらに、線量の集中性という特徴を持つ重粒子線は、従来のX線やγ線を用いた治療と比較し、治療部位の局所制御を可能にする点で有効なほか高LET（線エネルギー付与）という放射線の生物学的特異性により、X線治療などで治療が困難な、線がんや骨肉種、悪性黒色腫なども制御が可能である。

重粒子線治療はその有効性の反面、重粒子線治療はX線を用いた治療と比較して、歴史が浅く、解決すべき問題も残されている。その一つに2次粒子の問題がある。2次粒子とは、炭素線が人体中やビームモデレータ中において発生する散乱線のことで、その多くはフラグメントと呼ばれる入射炭素線が物質中で壊れた原子核の破片である。炭素線の場合、H、He、Li、Be、Bがフラグメント粒子として生成される。また、2次粒子中には、中性子(n)も生成される。このような、2次粒子は、治療部位への線量集中性を持たず、本来照射すべきでない正常組織へ線量を与えることとなる。したがってこの2次粒子の線量が高ければ、治療照射に考慮する必要が生じる。我々は、このような2次粒子の線量・線質を評価するため、測定手法や測定器の開発を行っている。現在行っている測定法は、マイクロドシメトリと呼ばれる手法を応用したものである。マイクロドシメトリでは、生体等価壁・生体等価ガスを使用したガス比例計数管(TEPC)を用いて、微視的な(1μm程度の)生体内で放射線が付与するエネルギーを模擬測定する。したがって、放射線場の線量と線質を同時に測定できるという利点がある。このTEPCにシンチレーションカウンターと半導体検出器を併用することで、測定対象となる粒子の種類を同定した後にエネルギー付与分布を決定する。図2に半導体検出器を用いた粒子識別の測定例を図3に炭素線及びフラグメントによる線量の深さ依存性を示す。このような測定手法が確立すれば、粒子線治療のみでなく宇宙環境中における被曝線量評価へも利用できる可能性がある。

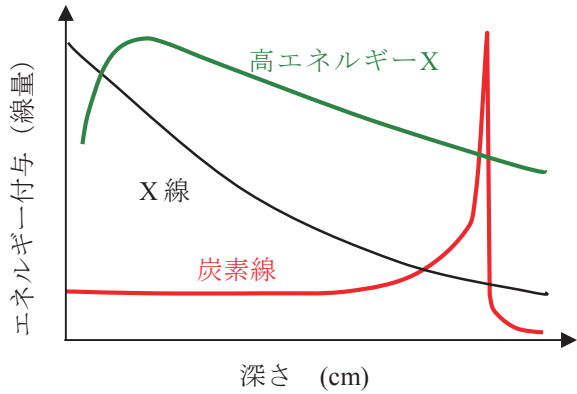


図1 X線と炭素線のエネルギー付与（線量）の深さ依存性

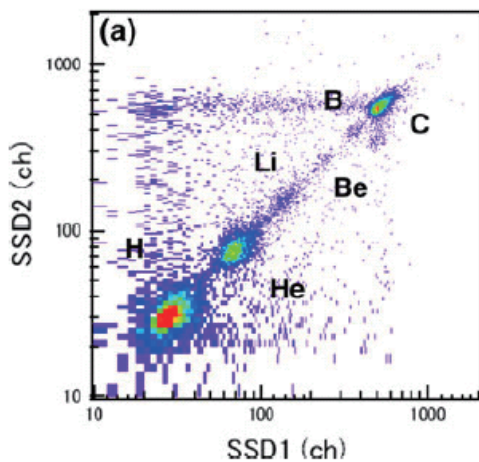


図2 半導体検出器を用いた粒子識別の測定例

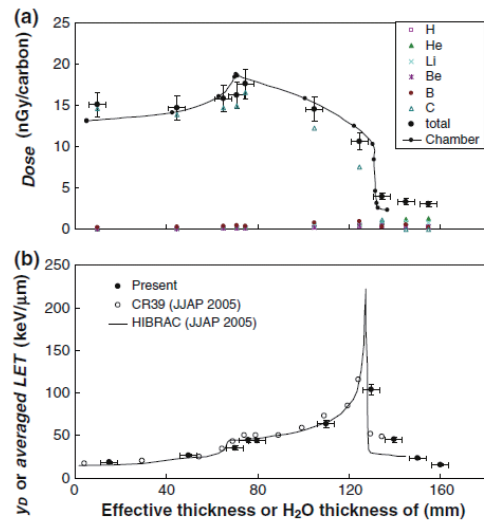


図3 炭素線及びフラグメントによる線量の深さ依存性