

H24 年度公開講座

『今知りたい！放射線の利用とリスク』

Q & A 集

九州大学大学院工学研究院
附属循環型社会システム工学研究センター

平成 24 年 10 月 20 日

『暮らしに役立つ放射線・放射能』

「放射線影響と医学利用」

豊福 不可依 先生（九州大学・教授）

「医療における放射線・放射能の有効利用～一患者の経験から～」

松岡 信明 先生（九州環境管理協会・副理事長）

平成 24 年 10 月 27 日

『福島放射能の現状と今後』

「放射能汚染廃棄物の適正処理」

大迫 政浩 先生（国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター センター長）

「福島第一原発事故の係る環境調査の事例と人体への放射線影響について」

松岡 信明 先生（九州環境管理協会・副理事長）

『暮らしに役立つ放射線・放射能』

「放射線影響と医学利用」

回答者：豊福 不可依

- Q 1. 粒子線治療はブラッグピークのできる場所にかん病巣が当たるように様々な方向から照射するということですか？
- A. そうです。従来用いられてきた光子（X線、ガンマ線）や電子に比べて線量の集中性が高い利点があります。
- Q 2. 3.11の事故以来、放射線の医学利用に対する風当たりが強くなったということはないですか？
- A. 事故直後はそのような風潮も生まれたかもしれませんが、その後、客観的、かつ科学的な情報が行き渡り、そのようなことはなくなりました。大学病院の放射線診断・治療の受診データも従来同様、増加傾向にあります。
- Q 3. 治療に陽子線を用いるよりも、重粒子線を用いた方が、効果が大きく、しかも集中性もすぐれているという説明でしたが、重粒子線にはいいことばかりでデメリットはないのでしょうか？
- A. 陽子線も重粒子線も、表面付近の線量が小さく、ブラッグピーク付近で最も線量が大きくなるという特徴を持っており、これを用いて従来よりも副作用が少ない、体にやさしい治療を行うことができます。しかし、全身に転移したがんの治療には適していません。
- Q 4. MRIやPETなどの言葉をよく耳にするのですが、資料ではX線撮影の数がずばぬけて多いのはなぜですか？
- A. 病院では、まず撮影時間が短時間で被ばくも少ないX線撮影を行い、必要があればより詳しい情報が得られるCTやMRI、PETなどによる診断をおこないます。多くの場合、その必要がないため、撮影件数ではX線撮影が最も多くなっています。
- Q 5. シーベルトはグレイに法律で定められた係数をかけるが、この値はどのようにして定められたのか？陽子の値が以前「5」だったのが「2」に変わったというのは、大きな違いだと思うが。
- A. 放射線荷重係数とは、放射線の種類や放射線のエネルギーによる「生物学的効果の違い」を補正するための係数です。この値は、放射線を細胞や動物に照射する放射線生物学の実験や、広島、長崎などの被ばく者への放射線影響の疫学データなどをもとに国際放射線防護委員会により定められました。この値は、その時点での最新の科学的知識から総合的に判断して決められているので、これからも変わっていくかもしれません。
- Q 6. DNA修復の話があったが、同じ5000mSvでも、5mSv/hを1000時間被ばくする方が、一度に被ばくするよりも人体への影響が少ないのでしょうか？

- A. 細胞には放射線障害から修復する能力が備わっています。このため、一度に被ばくするよりは長時間にわたって少しずつ被ばくする方が人体への影響は少なくなります。放射線治療においても、一度に照射するのではなく、何回かに分割して照射されます。

『暮らしに役立つ放射線・放射能』

「医療における放射線・放射能の有効利用～患者の経験から～」

回答者：松岡 信明

Q 1. 前立腺がんの治療日程で「毎日晚酌」とあり普通と変わらない感じがしました。前立腺がんになった場合の辛い点や制限についてあれば教えてください。

- A. 私が受けた「トモセラピー治療」という放射線治療は身体への負担が非常に少ないと思います。治療期間中（2ヶ月弱）の身体への負担はほとんど感じませんでした。仕事や趣味（運動）なども日常と変わらず行うことができました。ただし、身体への負担については個人差もあると思います。人によっては下痢・便秘などの症状が出る場合もあるようです。また、治療終了後の副作用（直腸や膀胱の炎症など）も非常に少ないと言われていますが、これらも個人差があるということです。前立腺がんも進行度が高くなると他のがんと同様に辛い部分が出てくるのではないのでしょうか。幸いにも前立腺がんについては外科的手術も含めて技術的に進んだ多くの治療法が存在しますので、早期発見して辛い状態になる前の段階で治療することが肝要と思います。

Q 2. 前立腺がんの治療方法には様々な方法があるが、それぞれどのような利点・欠点があるのか。どの治療方法が主流になっているのか。放射線治療の良さがわかり勉強になった。（他に類似の感想3件）

- A. 外科的手術（摘出）、放射線治療、超音波治療、内分泌療法（ホルモン療法）、化学療法（抗がん剤）などがあります。内分泌療法と化学療法は他の治療法と併用することが多いようです。どの治療方法を選ぶかについては、治療法の利点・欠点というより、病気そのものの状態から主治医と相談して適切な方法を選択すると言った方がよいと思います。病気の状態によっては「待機療法」という選択肢もあるようです。確実に言えることは、早期に発見すると選択肢が増える、ということです。術後のQOL（生活の質）を考慮して放射線治療や超音波治療の割合が多くなっているという傾向はあるようです。

放射線治療に限定して言いますと、X線による治療（外照射）、粒子線による治療（外照射）、 γ 線小線源による治療（内照射）があります。トモセラピーはX線外照射治療のひとつです。どの方法も最近技術的に飛躍的に進んでおり、治癒率も高くなっています。これらを行うにはそれぞれ特有の設備・装置と専門の医師・技術者が必要ですので、どの医療機関でも実施可能というわけではありません。したがって、実施可能な医療機関がどこに在って自分がどこに住んでいるかということも選択に当たっての重要な要素になります。

Q 3. 治療による体のだるさはありませんでしたか？

A. トモセラピー治療による体のだるさはまったくありませんでした。

『福島放射能の現状と今後』
「放射能汚染廃棄物の適正処理」

回答者：大迫 政浩

Q 1：福島の風評被害がまだまだ深刻です。福島産の農作物、水産物が売れない、県外に移住した人が戻ってこない。福島に住んでいるという理由で婚約破棄など、科学的根拠のないデマで福島県民の生活が脅かされています。有効な対策についてお考えがあればおきかせください。

A：直ぐに効き目のある有効な手立てはありません。二つの「風」、「風評」と「風化」のことを肝に銘じる必要があります。「風評」被害を回避するには、国民一人一人が今回の事故とその影響を如何に正しく認識するかが大事です。また、事故やそのことによる影響の記憶が「風化」して忘れ去られてしまうことも問題です。社会としてきちんと考えて行く必要があります。

Q 2：放射能汚染廃棄物の処理に関する研究として、どのようなものが取り組まれているのでしょうか？

A：バグフィルターの除去効果の研究、放射能汚染廃棄物を保管するための長期耐久コンクリートの研究、セシウムの飛灰と主灰の移行率を変化させる熱処理技術の研究、セシウムを濃縮して管理するための研究、埋立層内におけるセシウムの長期挙動の予測に関する研究等、様々な研究が行われています。

Q 3：放射性セシウムの溶出率に関して、主灰からの溶出率は5.6%となっていました。ここで考えられるセシウムの化学形態は何でしょうか？

A：5.6%の水に溶けた形態はセシウムイオンです。水に溶けにくく残存している方は、アルミノシリケート（ケイ酸塩）として存在していると考えられています。

Q 4：セシウムは土壌の粘土質に強くひきつけられ、いったん土壌に吸着すると地下に浸透しにくい性質との説明でしたが、セシウムイオンとして再び分離しないということですか？

A：今回の原発事故による土壌中のセシウムの放射能レベルでは、放射能が自然に減衰して影響が小さくなるまで、数十年から数百年程度かかりますが、その程度の時間では、セシウムは周辺環境に影響するほど拡散移動することはないと考えられています。

Q 5：1千km以上離れた北九州市での東北震災瓦礫の焼却処分は良く理解できません。環境汚染の拡大の問題点を指摘する学者の主張などに共感する点も多いです。今後数万トンの焼却予定とありますが、本当に大丈夫なのでしょうか？

A：廃棄物の広域処理は、安全性、経済性、社会的影響の観点から評価する必要があります。

安全性については問題ないと考えてよいです。コントロールされた状態で移動している限り、汚染の拡散という理解は間違っています。しかも、実態としては極めて低濃度のものです。他の化学物質も人間活動に伴い移動しており、リスクの観点から言って、放射性セシウムに限って不安視することはバランスを欠いています。

経済性については今のところ分かりませんが、今後評価が必要です。

社会的影響についても、住民にプレッシャーを与えてまで広域処理をする必要があったか、については賛否両論があります。

Q6：中国や韓国で原子力発電の事故が発生した場合、九州は放射能の被害を受ける可能性があります。今回の放射能汚染廃棄物処理の知見、技術、経験を今度どのように活かすのか、将来に対する展望があればお聞かせください。

A：今回の原発事故による環境汚染は、人口密集の都市域まで影響が及んだ初めての原発災害といえます。人間活動に伴い発生する大量の汚染廃棄物が問題になっています。チェルノブイリの原発事故では、廃棄物が大きく問題になったとの報告はあまりありません。したがって、現在開発、高度化が進んでいる放射能汚染廃棄物処理の技術や、得られた知見、基礎的知見は、不幸にも同様の事故が起こった際には、将来の日本だけでなく、世界にとっても貴重なものになると思います。

Q7：マスコミは放射線の人体への影響について恐れをあおっているだけではないでしょうか？“正しく恐れる”必要があるのではないのでしょうか？日本の基準は適切でしょうか？広島、長崎の疫学的な知見は活かされているのでしょうか？オックスフォード大学アレン名誉教授は否定的な意見をもっているようです。瓦礫処理は被災住民の手による焼却もあってしかるべきではないのでしょうか。生物学的半減期100日程度に加え、DNAの補修能も説明してはいかがでしょうか？

A：一部のみ回答します。

現在の放射能の影響に関する医学的知見やそれに基づく基準等は、広島、長崎の疫学的知見に基づいています。

がれきの処理は、被災地での地域内処理、県内処理を優先しており、現在も多数の仮設焼却炉を設置し処理を行っていますが、目標の26年3月末までの処理終了を実現するには広域処理も合わせて行う必要があります（処理期間を延ばせば広域処理が必要ないのではとの意見もありますが、被災地の早期復興に向けて、また阪神淡路の際の実績等も勘案して、さらに財政措置の目安として設定された目標であるといえます）。

DNA補修能（修復能）については、一般的に同じ累積被ばく量でも、高線量に一度に被ばくするよりも、低線量で長期間被ばくするほうが影響は小さいと考えられています。

感想等

- ・講演ありがとうございました。説明がとても分かりやすかったです。断片的に聞いていたことが繋がって、今回の事故後の対策についてよく理解できました。
- ・福岡にいと東日本大震災の復興の様子がネットやテレビでしか知ることができないし、放射線についても「かなり離れているから大丈夫だろう」とどこか他人事のように思ってしまうがちだと思います。今日は普段は知ることのできない焼却のプロセスを詳しく聞くことができ、多くの研究者が実際に人の生活、生命に役立つ研究に取り組んでいるのが実感できてすごいなと思いました。

『福島放射能の現状と今後』

「福島第一原発事故の係る環境調査の事例と人体への放射線影響について」

回答者：松岡 信明

Q 1. 福島第一原発事故における事故現場対応した従事者の被ばく線量で平均と最大値に大きな差が出ているのは何故？ 高い値が出た原因とは？

A. 事故が起きた 2011 年 3 月に緊急作業に従事された 6 名の方の外部被ばく線量が 250mSv を超えました（最大 678mSv）。いずれも東京電力の社員の方々に、事故発生直後に、中央制御室等で計器の監視等に当たった運転員や電気・計装系の技術者です（原子力災害対策本部「国際原子力機関に対する日本国政府の追加報告書」,平成 23 年 9 月）。これらの方々は（独）放射線医学総合研究所で検査や経過の観察がなされていますが、健康状態に問題は無いことが確認されています（（独）放射線医学総合研究所プレスリリース,平成 24 年 4 月 1 日）。

緊急時の作業員の被ばく限度は 100mSv と定められていますが、福島第一原発事故に限り一時的に暫定的に 250mSv として対策が行われていました。上記 6 名の方は事故直後の真の緊急時にあって止むを得ず 250mSv 超の被ばくに至ったと推量します。他の多くの作業員の方は被ばく限度を守って、出来るだけ低い被ばく線量で管理しながら作業に従事されているということで、平均被ばく線量は低くなっていると考えます。

Q 2. 被ばく線量限度を 1mSv/年としたのは間違いでは（低すぎる）？ 「細かなところにこだわりすぎる」という日本人の性質によるものと考えられますが、それで本当に困るのは福島の人たちです（風評被害の拡大）。再考する手段は無いものでしょうか？ よい考えがありましたらお聞かせください。

A. この質問については二つに分けて回答する必要があると思います。まず一つは平常時の日本人の年間被ばく線量限度の 1mSv/年についてです。これは国際放射線防護委員会（ICRP）が放射線の確率的影響について「直線しきい値無し」という極めて安全サイドに立った仮定の下に勧告している限度値で、日本国政府がこれを受け入れているものです。達成するためのコストなども含めて合理的に達成できる限度値であれば、かなり低すぎると思われる場合でも受け入れて順守する価値はあると思います。もう一つは緊急時における限度値についての考え方です。今回食品の放射能限度は、食品摂取による内部被ばく線量が年間 1mSv を超えないということを基本として定めています（新基準値）。当初は年間 5mSv を基本とした暫定規制値が運用されていたのですが、専門家による科学的な審議を経てというより、政治的な理由で新基準値に至ったと思います。実際のサンプル調査によれば、福島県民の皆様をはじめ日本人の食品摂取による福島第一原発事故由来の追加の内部被ばくは、ほとんど無視できることがわかっています。政治的な理由でことさら低い規制値を適用したために風評被害を含めていろいろな問題が出ていると思います。たとえばある流通業では「自主規制」と称して、政府が決めた新基準値の 10 分の 1 を適用・運用していますが、このようなレベルの放射能は福島第一の事故が無くても過去の核実験の影響などで検出される可能性があるものです。このようなことのために福島県の産業が余計な被害を受けていることは否めません。

いったん決められた基準を再度「緩い」方に設定するのは不可能だと思います。食品については消費者である我々が冷静な判断をして行動するという事に尽きると思います。

Q 3. 海産物への影響は如何？ セシウム137の検出（生協の検査、長崎県・岡山県産の細切りしたしいたけ乾物、熊本県・大分県産の椎茸どんこ）については？

A. 海産物については内水面の産物も含めて膨大な測定データが政府から発表されています。福島第一原発事故では海域への放射能放出もありましたので、発電所近傍の海域の産物については食品の基準値を超えるものも見られますが、全体の割合から見ると非常に少ないです。また漁獲規制がなされていますので、基準値を超えるものが食卓に上がることは無いと思います。今後は継続的な調査・測定の結果を踏まえて規制解除が順次なされていくと思います。

長崎、熊本、大分、岡山などの椎茸類で検出されるセシウム137は福島第一原発事故由来ではないと考えています。コケ類やキノコ類はもともとセシウムなどの濃縮能力が高く、加えて「乾物」であれば単位重量当たりの濃度は更に高くなります。過去の核実験由来のセシウム137が検出されたものと考えています。これも風評被害の一種と考えられるでしょう。

Q 4. 福島でCs（セシウム）、I（ヨウ素）以外に出なかったのはチェルノブイリに比べて事故のレベルが低かったからでしょうか？ やはり事故のレベルは低くおさえられたのでしょうか。

A. 「事故のレベル」と言うより、「事故の性質」が関係しています。チェルノブイリ原発事故では炉心溶融の結果原子炉自体で水蒸気爆発や水素爆発とそれに続く炎上が起き、原子炉格納容器が無いということもあって原子炉内に含まれていた様々な放射性物質が大気中に放出されています。福島第一原発事故では、水素爆発は起きましたが原子炉自体の中で爆発が起きているわけではありません。原子炉内に含まれていた放射性物質のうち比較的低い温度でも気体になりやすい「揮発性」の放射性物質が、原子炉建屋内で起きた水素爆発などのためいくぶん気密性が損なわれている原子炉圧力容器や原子炉格納容器を抜け出して大気中や海水中に放出されていると考えます。揮発性放射性物質の代表が放射性のヨウ素やセシウムです。しかし細かく調べるとヨウ素やセシウム以外にも、揮発性の高い放射性物質が放出されており、実際に検出もされています。しかし「放射能の量」でみると、放射性ヨウ素とセシウムが圧倒的に多いので、いろいろな対策はこれらを対象として行っています。

チェルノブイリ原発事故は原子炉1基の事故で、福島第一原発事故は原子炉4基の事故であるにもかかわらず、全体としての放射性物質の放出量が1桁近く少なかったのは、以上の「事故の性質」の違いによるものです。

Q 5. 通常運転でも放射性物質が放出されているのはびっくりしました。いろいろな調査のしかたがあることがわかりました。

A. 原子力施設に限らず、どのような施設でも何らかの物質を通常運転で環境に放出していると思います。これらの放出は健康影響や環境安全性を考慮した法律規制や協定などに基づいて「管理放出」されています。そして放出量も何らかの形で報告・公表されています。ただ、これまで一般の人がこれに注目することも少なく、施設管理者も積極的に周知しなかったと言えます。今後は、情報を共有して互いに考えるという「リスクコミュニケーション」の手法を積極的に行うべきであり、そのようなことが災害時に起きる様々な問題をより少なくすることに繋がるかもしれません。

Q 6. 「科学的」には人体影響は無いとありますが、「医学的」にはどうなのでしょう。チェルノブイリの事例などからして大丈夫でしょうか。

A. 放射線の人体影響を「科学的」に見るということは、放射線の人体影響を「放射線医学的」あるいは「放射線生物学的」に見るということと同義だと思います。ですからこれまでのデータや事実を医学的に判断して人体影響は無いと考えてよいと思います。チェルノブイリ原発事故では子供の甲状腺がんという問題が発生しましたが、福島第一原発事故では食品や飲料水経由の放射性ヨウ素の摂取が完全に防御できたと考えていますので、子供の甲状腺がんの心配も無いと思います。

Q 7. 放射線量の人体影響の度合いについて、国内外で異なっているのではないかと。一覧できるように整理してはいかがか。その上で日本の規制値を国民が検討することはいかがか。また、ICRPの見解に対する批判的見解についてはいかがか。

A. まず放射線の人体影響の度合いが住んでいる場所や人種によって異なるということはないと思います。法律で定める規制値（線量限度）は、各国とも国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告を基本として定めています（運用上の若干の差異はあると思います）。ですから日本の線量限度が厳しすぎるとか緩すぎるということはないと考えます。一般公衆の線量限度は年間1mSvとなっています。ただ、今回のようなシビアアクシデントが発生した時に、ICRPではチェルノブイリ原発事故の経験等を踏まえて「事故収束に向かう段階では年間1~20mSvで抑えるべきである」としていますので、わが国でもそれに従っています。問題は収束段階における一時的な「20mSv」という数字について理解を得ることが難しいということではないかと思えます。何が何でも「1mSv」に拘ると食品の新基準値のように社会的な混乱を招く場合もあります。

ICRPに対してネット上などで「中立的でない、原発推進の立場」などの批判的な意見が見られますが、これは明らかに間違っていますし、反原発の立場をとる団体や個人の意見が多いと思います。設立以来の歴史的な経緯、委員の経歴・実績、議論の進め方などを「中立的」に見てみますと、ICRPが極めて中立的で科学的な勧告を出していることは明白です。