



Photo H. Fukuda

Index

青森県民の自然放射線被ばく線量測定

- － 3. 森林内哺乳類の被ばく線量評価 －
..... 久松 俊一、大塚 良仁、五代儀 貴 1

大韓放射線士協会の紹介

- － 専門放射線技師資格制度を活性化!! －
..... 朴 龍欽 6

古賀佑彦先生を偲んで……

- 「古賀佑彦 先生を悼む 「大黒柱を失う」」 菊地 透 11
- 「古賀佑彦先生がご逝去されました」 細田 敏和 12

放射線のリスクと科学について考える 甲斐 倫明 13

〔サービス部門からのお願い〕

- 早戻りモニタの自動再発送について 19

>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>

青森県民の自然放射線被ばく線量測定

－ 3. 森林内哺乳類の被ばく線量評価 －

久松 俊一^{*1}、大塚 良仁^{*2}、五代儀 貴^{*3}

>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>・<>

放射線防護と言うと放射線の害から守ることであるが、何を守るのかと言えば、それは人間であった。しかし、人間だけではなく、環境生態系も守るべきではないかとする議論が欧米を中心として行われており、生態系に対する防護体系の構築も進められている（酒井、2009）。これは1986年のチェルノブイリ原子炉事故を契機としていって良いのではないだろうか。事故の際に飛散した放射性物質により周囲の針葉樹林が枯れてしまう事態が生じたのである（IAEA, 2001）。植物は一般的には動物より放射線に対する感受性は低いのであるが、針葉樹は例外的に感受性が高く、つまり、放射線に弱いことが知られている。事故時には原子炉近傍の地域5.8km²の針葉樹林が完全に枯死して、いわゆる赤い森（red forest）になってしまった。この地域での樹木の成長点への線量は20Gy以上と見積もられている。原子炉を中心として更に外側の地域では、若木は枯死し、成長した樹木では若枝が枯れた地域が37.5km²に亘って認められた。成長点への線量は10－20Gyとされ、生き残った個体のその後の回復が観測されている。

地域の放射線レベルが上昇した際に、住民は避難させることにより、被ばくを避けることができるが、自然の動植物を避難させることはできず、生態系が壊されることもあるのだと言うことが明らかになった。それまで、生態系は人体へと放射性物質を運ぶ経路としてだけ捉え、人体を適切に守れば生態系も守られると考えられていた

が、生態系そのものも防護の対象とすべきであろうとの議論が出てきた。これは、例えば土壌の浄化を考える際に、住民が住んでいる場所であるならば、人体への線量を基準にしてどの程度の汚染を対象として、どこまで除染するのかを決めることができる。つまり、どこで除染を行う土壌と行わない土壌の線を引きのか、浄化する土壌はどのくらいの濃度まで下げるのかという点を決めるということである。しかし、人の住んでいない地域はどうするのか、人体への影響はないからといって、放っておいても良いのか、何らかの基準を作って対処すべきではないか、ということである。

そこで、IAEA、ICRP等の国際組織を中心として基準設定に向けての方向性が模索されてきた。ICRPではこの問題に対処するため、これまでの4委員会に加えて新たに第5委員会を立ち上げている。そこでは、生態系を防護するための考え方を整理しており、標準生物（reference animals and plants）が提唱されている。これは、生態系の代表となる生物を選んで、その生物が受ける線量を評価しようとするものである。生物として、シカ、ラット等が挙げられているが、生物の種類は、地域に応じて選ぶ必要がある。しかし、それらの被ばく線量評価法は確立されていない。更に、一般的な環境における天然放射線（能）によるバックグラウンド被ばく線量は、被ばく線量の制限値を決める上で重要と考えられるが、実データは乏しく、これについても評価手法は確立されていない。

^{*1} Shunichi HISAMATSU 財団法人環境科学技術研究所 環境動態研究部 部長

^{*2} Yoshihito OHTSUKA 同 研究員、^{*3} Takashi IYOGI 同 副主任研究員

一方、青森県六ヶ所村には大型核燃料再処理施設が立地しており、我々は施設由来の被ばく線量の対照とするために、人体が受けているバックグラウンド線量を求めてきたことを、これまで報告してきた。施設の周辺地域には森林が豊富であり、森林生態系も施設由来の放射線を受ける可能性がある。人体に対する施設由来の線量の予測値がバックグラウンド線量に比較して十分に低いことを考慮すると、生態系に対する線量にも同様のことが期待できる。しかし、前述のように生態系に対する施設由来線量やバックグラウンド線量の評価法は確立されていない。そこで、まずはバックグラウンド線量を評価する手法を開発することを目指して研究を進めているところであり、その途中経過を紹介したい。

対象とする生物として針葉樹も考えたが、一般的に放射線感受性はほ乳類の方が高いことから、ほ乳類とし、小型（ネズミ等）及び中型ほ乳類（キツネ等）を選んだ。これらの動物へのバックグラウンド放射線としては、宇宙線や γ 線による外部被ばく、ラドン（Rn）の子孫核種による被ばく、生体内の放射性核種による内部被ばくがある。これらを全て測定し、バックグラウンド線量を推定しようという計画である。 γ 線線量率やRn濃度は前報までに紹介した方法で測定し、内部被ばく線量は、動物を捕獲して臓器中の放射性核種濃度を測定して求めることとした。

困ったのは、空間放射線量率を生物体内の放射線量率に変換する計算をするためのファントムがないことである。我々は空間の線量率を測定するのであって、生物体内の線量率を測定するわけではないため、空間線量率の測定結果を用いて、体内線量率を推定することになる。なぜ、そんなことが必要なのかと思われるかもしれないが、生物の外から放射線を浴びる場合、臓器が体の内側にあれば、外側に位置する組織による遮へいを考えなければならない。骨のように元素組成が軟組織と異なるものは、放射線との相互作用が変わるだろうから、

それも計算に入れなければならない。生物体自体による散乱線の影響もあるだろう。内部被ばくの場合にはもっと複雑になり、ある臓器の中に存在する放射性核種によってその臓器がどのくらいの被ばく線量を受けるかを見るのはもちろんであるが、他の臓器の被ばくも考えなければならない。それを全ての臓器について考えなければならず、簡単にいかないのである。

ファントムはそのために作られる生物の模型であり、古くはプラスチックや水を入れた容器で実際に作られた。模型の中に線量計を埋め込んで放射線を当て、実際にどのくらいの線量となるかを測定する。最近では、実物は作らず、数値ファントムと称して、数学関数や小さな立方体の積み重ねで臓器や全体を表し、計算機によるシミュレーションで線量を計算する。人体については小さな立方体の積み重ねで表した、いわゆるボクセルファントムが作られて、用いられている（斉藤公明、2009）。しかし、動物のファントムは無いため作ることとした。これについては後述する。

さて、六ヶ所村内の森林はブナ林、ミズナラ林、針葉樹林から構成されている、小型ほ乳類については、これらの森林毎に被ばく線量の評価を行い、行動範囲の広い中型ほ乳類に関しては林種にかかわらず、六ヶ所村を南北に分けて調査する予定である。ここでは、主に、ブナ林における小型哺乳類についての結果を書く。

六ヶ所村内のブナ林の分布及び測定地点を図1に示した。これに見られるように、六ヶ所村のブナ林は再処理施設の北方に位置しており、その中から4地点を測定地点として選択し、 γ 線線量率と大気中Rn濃度を測定した。更に、罠を仕掛けて小型動物を捕獲し、臓器別に放射性核種濃度を測定して内部被ばく線量率を推定した。環境 γ 線線量率と大気中Rn濃度の測定法は前報までに書いた方法と基本的には同じである。動物の捕獲は6月から10月にかけて月1度の頻度で行い、エチルエーテルで安楽死させ、冷蔵保存した。なお、捕獲した動

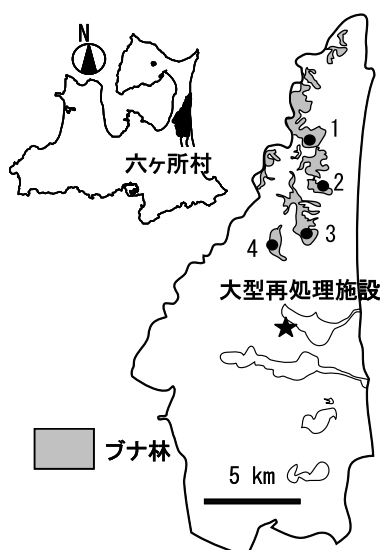


図1 六ヶ所村におけるブナ林内小型ほ乳類捕獲地点



図2 捕獲したヒメネズミ及びヒミズ
捕獲した動物の平均体長は、ヒメネズミが67mm
ヒミズは78mmであった。

物のほとんどは、ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) とヒミズ (*Urotrichus talpoides*) であった (図2)。ヒミズは小型のモグラである。動物を解剖し、11種の臓器及びカーカス (内臓を除いた全身) に分けた後に電子線により滅菌し、凍結乾燥を行った。乾燥後、試料中の ^{40}K 、 ^{137}Cs 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、

^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U を測定した。

結果であるが、地上高1.5mにおける γ 線線量率の平均値は 46nGy h^{-1} (ここでは宇宙線の補正をしていない) であり、六ヶ所村内の居住地域での測定値と比較して 3nGy h^{-1} 高い値であった。これは、測定地点の高度差による宇宙線電離成分線量率の違いによると考えられる。これをヒメネズミやヒミズの体内の線量に換算しなければならないのだが、前述のようにファントムがない。ここでは体が小さい動物であることを考慮して、空間線量をそのまま全身線量とし、 0.25mGy y^{-1} とした。なお、南カリフォルニア大学が実験用マウスのボクセルファントムを公表していることが分かったので、これをヒメネズミやヒミズの体長で補正したファントムを使用して線量換算を行う予定である。

さて、ここで、ヒメネズミやヒミズの生息環境として地上高1.5mの線量を測定するだけでよいのかと言う問題がある。そこで、測定器の設置高さを地上から5 cm、50 cm、1.5mと3段階に変えて測定を行ったが γ 線線量率に大きな差は見られなかった。では、巣の中ではどうだろうか。模擬的な巣穴を環境研構内の松林の地下5 cmと30 cmの深さに作り、 γ 線線量を測定した。いずれの測定結果も地上高1.5mの結果との差は10%以下であった。これはいささか不思議であったが、六ヶ所の土壤中天然放射性核種濃度が低いことと、土壤による宇宙線の遮へいによるものと思われる。

地上高1.5mにおける Rn 濃度の平均値は 5.6Bq m^{-3} であり、県内の他の環境における屋外濃度よりやや高いものであった。測定器の設置高さを地上から5 cm、50 cm、1.5mと3段階に変えて測定を行ったが、 Rn 濃度にほとんど差は認められなかった。 Rn の被ばく線量を定める重要な数値である Rn 平衡係数*は0.11~0.42と一般的な屋外

* ラドン濃度から被ばく線量を評価するために必要な係数であり、ラドン子孫核種がどのくらい空気中の粒子に付着しているかを定める。0 から 1 の間を取る。

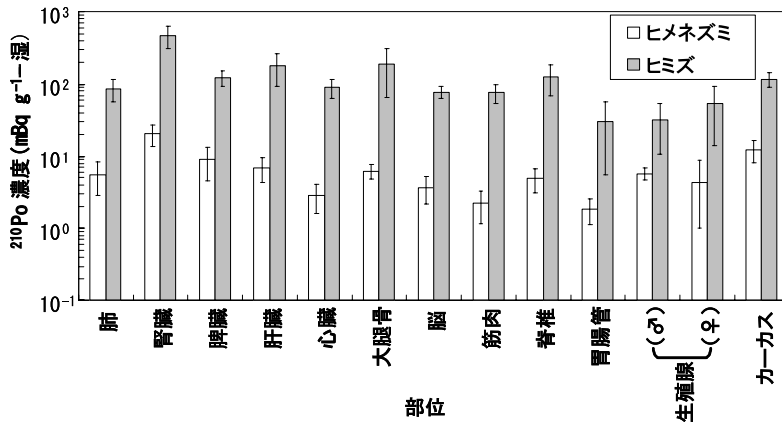


図3 六ヶ所村ブナ林内で捕獲した小型ほ乳類の ^{210}Po 濃度
カーカス：内臓を除いた全身

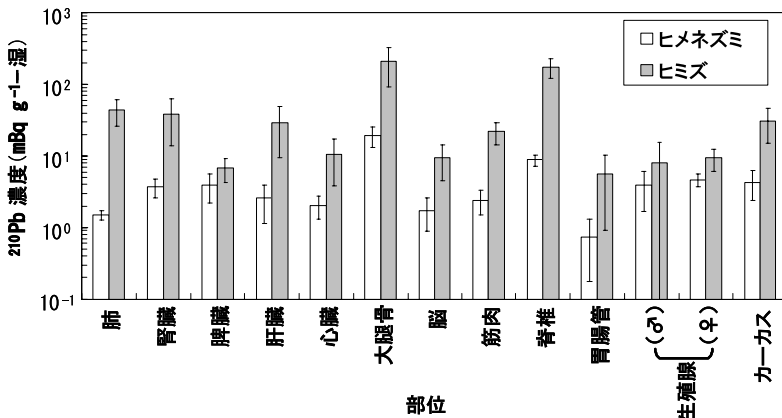


図4 六ヶ所村ブナ林内で捕獲した小型ほ乳類の ^{210}Pb 濃度

表1 六ヶ所村ブナ林における小型ほ乳類のラドン(Rn)による被ばく線量率の推定値

臓器	生活場所	線量率 (mGy y ⁻¹)	
		ヒメネズミ	ヒミズ
肺	地上	0.030	0.0101
	地下5 cm	1.7	2.9
	計	1.8	2.9
気管支	地上	0.041	0.014
	地下5 cm	2.3	3.9
	計	2.4	3.9

の Rn 平衡係数に比べて低く、平均値は0.23である。前述の模擬巣穴の中の Rn 濃度は地下30cmで2.4kBq m⁻³、地下5 cmでは0.32

kBq m⁻³ である。外の環境と比較すると、地下5 cmでも約60倍になる。人間の住居であれば、Rn 濃度低減化対策を薦められるレベルである。残念ながら、模擬巣穴中の平衡係数を求めることができないため、前述のブナ林で測定した値を用いることとする。

このように、環境によって Rn 濃度が変化すると、動物の一日の生活史が重要になるが、データはほとんど見つからない。ここでは、ヒメネズミが地上で12時間、地下5 cmで12時間を過ごし、ヒミズは地上で4時間、地下5 cmで20時間と仮定した。もう一つ、不明なパラメータは空气中 Rn 濃度から臓器吸収線量への換算係数である。マウスのデータを見つけないことができなかったため、ラットの換算係数 (Hofmann, 2007; Strong,

1996) を Doke et al. (1973) によるラットとマウスの実験結果によって補正して使用することとし、計算結果を表1に示した。年間約2 - 4 mGy を肺と気管支に被ばくしている結果となった。なお、 α 線のRBE (生物学的効果比) は考慮されていない。

各臓器内の放射性核種濃度測定結果の1例として ^{210}Po 濃度を図3に示した。 ^{210}Po は全臓器で定量可能であり、後述するように内部被ばく線量率の大部分を占める。一見して、ヒメネズミとヒミズで大きな差があることが分かる。ヒミズは ^{210}Po の濃度が高い。 ^{210}Po は ^{210}Pb の子孫核種であるため ^{210}Pb の臓器別濃度を図4に示したが、これに見られるように、 ^{210}Pb の場合も差

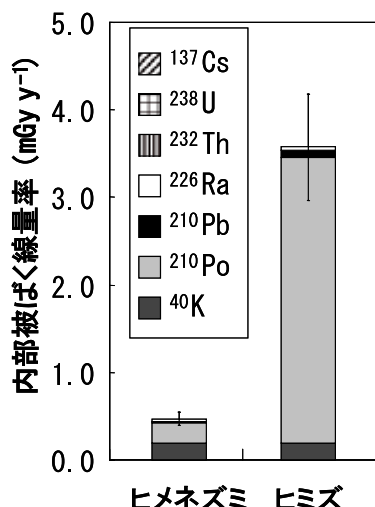


図5 六ヶ所村ブナ林で捕獲した小型ほ乳類の内部被ばく線量率推定値

があるが、 ^{210}Po とは平衡になっていない。従って、ヒミズの高 ^{210}Po 濃度の主な原因は、 ^{210}Po 摂取量が多いためと考えられる。そこで、動物用の罠（墜落管）にかかったミミズを調べてみると、高濃度の ^{210}Po が検出され、おそらく、摂取する餌に ^{210}Po が濃縮されているためと思われる。

分析した放射性核種の内、濃度レベルが低いために臓器別に定量が困難であったものは適当な混合試料を作って測定を行った。それぞれの核種の定量値から FASSET (2003) の線量変換係数を用いて全身の線量率を計算した結果を図5にプロットした。FASSET の線量変換係数は動物の体を単純な回転楕円体とし、小型及び中型動物の場合は臓器等の内部構造はまったく持っていない。体内濃度も全身均一として計算している。(前述のファントムを使った計算は今後行う予定である。) ^{137}Cs 、 ^{232}Th 、 ^{238}U の線量率に対する寄与は極めて少なかったため、ここでは見えていない。この結果に見られるように、ヒミズにおける ^{210}Po による線量率はヒメネズミに比較して1桁高く、 ^{210}Pb による線量率もヒミズが高い。ここでは α 線のRBE値を無視した吸収線量として計算したが、 α 線のRBE値を仮

に10とすれば、ヒミズの線量率は 33mSv y^{-1} となる。 α 線のRBE値は線量推定上重要であり、今後の解決が望まれる。

本研究は、この後、ミズナラ林、針葉樹林の小型哺乳類を調査し、更に、キツネ等の中型動物を調査している。中型動物の調査ではホンドキツネとホンダヌキを調べたが、ホンドキツネの ^{210}Po 濃度はヒメネズミと同等であったが、ホンダヌキではヒミズと同様の値が得られている。データがそろった時点で、また、報告の機会が与えられれば幸いである。

本研究は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

文 献

- Doke, T. et al. (1973) A radon exposure experiment of rats and mice. J. Radiat. Res. 14 : 153-168.
- FASSET (2003) Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment, Deliverable 5: Framework for assessment of environmental impact.
- Hofmann, W. et al. (2006) Modeling lung cancer incidence in rats following exposure to radon progeny. Radiat. Prot. Dosim. 122 : 345-348.
- IAEA (2001) Present and future environmental impact of the Chernobyl accident. IAEA-TECDOC-1240, IAEA, Vienna, Austria.
- Strong, J.C., Baker, S.T. (1996) Lung deposition in rodents during exposure to attached radon progeny. Environ. Int. 22, Sup 1 : S905-S908.
- 齊藤公明 (2009) 日本人ボクセルファントムの開発と応用例. FBNews No. 388 : 6-10.
- 酒井一夫 (2009) 環境の放射線防護－ICRP 第5委員会の取り組み－. FBNews No. 391 : 1-5.

プロフィール



大塚良仁

平成11年に環境科学技術研究所に勤務。環境及び食品中の放射性核種の測定を行い、放射性核種の環境中分布やヒト及び生態系の被ばく線量評価に関する調査に従事。



大韓放射線士協会の紹介

— 専門放射線技師資格制度を活性化!! —



総務理事 朴 龍欽*

< 紹介 >



趙南洙会長

大韓放射線士協会（以下協会という）は、3万1千余名の会員たちで構成されている社団法人です。

1955年、大韓放射線技術学会として設立され、途中、混乱期を経過しながらも発展してきました。1970年代以後、大きな発展と跳躍を繰り返し、現在、第20代執行部にまで至りました。

第20代 趙南洙（Cho, NamSoo）会長を中心に副会長、理事、部長などで構成された執行部と理事、市道会長で構成された理事会、そして市道会員数に比例した代議員と理事会で構成された代議員総会が組織を構成しています。代議員総会傘下には中央管理委員会と選管委があり、執行部傘下に専門放射線技師試験院と中央研修院があります。

放射線技師は ▲人間尊重を最優先する職業倫理を実践し ▲奥深い学問的研究と発展的技術向上のために一生教育に力を尽くし ▲放射線管理の適正を期して患者に対する被ばく線量の軽減のために努力し ▲国民医療奉仕を行うにおいて職業的品位を守って社会的信頼を得るために努力し ▲国民保健向上の一翼を担う専門職業人として誇りを持ち、倫理綱領実践のために力を尽くします。協会はこれら放射線技師を



協会玄関

直接管理し、積極支援していくため、最善を尽くして努力します。

協会は急変する医療環境で放射線技師の人的管理教育、勤労環境改善はもちろん社会的地位向上のために放射線分野の学問研究と技術開発そして国民保健向上のための計画を立て執行する放射線技師を代表する唯一の法的団体です。

また協会は会員管理及び各種教育訓練と国内及び国際学術大会を開催しています。これに関して、保健福祉部から教育の委託を受け、放射線技師の補修教育を計画、実施、報告をし、放射線分野の学問研究と技術向上により、国民保健向上事業、放射線

*PARK YongHeum 大韓放射線士協会 総務理事

障害及び安全管理に関する検査、測定、被ばく管理事業と放射線医療機資材の選択、管理、調査、研究及び放射線装置検査に関する事業、会員の権益増進事業、国際交流及び技術協力、各種専門書籍の発刊、協会誌、教材、新聞、その他出版物の発刊、無免許者退治事業などを行っています。

特に2000年以降は放射線技師の被ばく線量測定及び管理など従事者はもちろん患者の被ばく線量管理に重点を置いて放射線安全管理及び器機管理のために国際交流及び学術活動を活性化し、アジアの国々が参加する国際専門放射線技師資格認定機構を設立し、国際放射線安全管理士及び国際医療機器精度管理士などの専門放射線技師の資格を認定しています。このように国際機構の勧告基準の遵守のために線量管理に力を尽くし、最小限の放射線量で最大限の効果をj得るため、積極的に実践しており、放射線技師の専門性強化のために絶えず努力してきています。

協会傘下には市道会と専門学会があり、会員管理及び権益事業などは市道会が、学問研究発展及び技術開発は専門学会が担当しており、各自の活jな活動を通じて協会は発展を繰り返してきております。

<市道会>

協会傘下には全国16の市道会が設立されています。各市道会は所属会員たちを直接運営管理しており、中央会が推進している事業を所属市道会で直接施行する実行機関です。中央会が委託した会員のための補修教育を忠実に実施、管理し、所属市道会員間の学術交流及び親睦活動と会員たちに様々な情報を伝えたり、相互交流などを援助し、協会事業を積極的に広げており、いわば小さな協会です。また所属会員たちの意見を取り集め、発展的な意見交換をすることにより、中央会が推進することができるようにするなど小単位の権益活動を行っています。

当協会の16の市道会は、ソウル特別市会、釜山広域市会、仁川広域市会、大邱広域市

会、光州広域市会、大田広域市会、蔚山広域市会、江原道会、京畿道会、忠北道会、忠南道会、全北道会、全南道会、慶北道会、慶南道会、済州道会であります。各市道会別の組織構成は市道会の定款によって構成され、本会議定款によって市道会長1名と各市道会の会員数に比例して中央会代議員数が割り当てられます。これら代議員たちは毎年大韓放射線士協会総会に参加し、協会の予算決算及び推進事業などを検討、審議、承認します。また、選挙権を持っており、会員を代表しています。

<専門学会>

協会傘下には13の専門学会があります。

専門学会の機能は純粋な学問研究のための学術研究団体であり、放射線技師なら誰もが加入することができ、複数の学会に加入することが可能です。専門学会は該当の分野に携わる会員たちの専門的な学術活動はもちろん技術発展のために毎年学術大会と専門研修教育、補修教育などを実施しており、専門性向上のために多様な教育プログラム開発と情報を提供してくれる協会傘下専門機関としての忠実な役割を果たしています。また、専門放射線技師資格試験に積極参加して該当分野の質問項目の検討及び出題などを支援するなど学術研究と技術発展に大きく寄与しています。協会の専門学会は協会中央研修院の教育にも参加しています。我々協会の中央研修院は労働部の雇用保険教育費還給制度を導入することにより、教育が非常に活性化し、教育の質も相当な水準で評価を受けています。このように各専門学会では中央研修院の専門化教育を支援し、新しい教育プログラム開発を始めとし、専門講師を支援し、良質の教育を実施するため、積極的に協調しています。協会の13の専門学会は放射線科学会(RS)、放射線治療学会(RT)、超音波医療映像学会(SONO)、核医学技術学会(NM)、放射線保健学会、デジタル医療映像技術学会、Intervention 映像技術学会(Angio)、磁気共鳴技術学会(MRI)、電算化断層技術学

会(CT)、医療映像情報管理学会(KMIIA)、乳房映像技術学会(Mammo)、映像医学技術学会(RI)、口腔顎顔面技術学会(DMF)等です。毎年中央会が開催し、1,800人余りが参加する総合学術大会及び東アジア国際学術大会に参加して各専門学会別 Session Room を決め、特別講演及び多数の論文発表など活発な学術活動をしています。これ以外でも各専門学会は国内外の学術活動にも積極的に参加し、優秀な論文を発表しています。また、国際学術大会を誘致し、開催するなど資質向上と国際情報交流のために絶えず努力しており、大きな発展と同時に国際化した放射線技師に生まれかわっています。学術発展および活性化のために中央会はもちろん専門学会ごとに多様な受賞制度を作り、優秀論文に対する表彰をしています。

<中央研修院>

中央研修院（以下研修院という）は協会傘下の教育機関で放射線士協会のエネルギー源でもあります。無限競争時代に創造的なアイデア創出のための情報交換及び職務の開発と関連した専門技術教育の重要なセンターです。研修院は会員の権益伸張と職業レベルを高めようと1999年に設立されました。同時に放射線技師業務に限らず非電離放射線分野に対しても新技術導入と全会員の専門化のために研修教育プログラムを開発し、放射線技師の資質向上と専門人材の養成を目標として設立されました。また、教育を通した収益を創出する傘下機関として、協会事業を推進するための財源の土台でもあります。設立11年に至った今日の中央研修院は放射線技師の臨床に関わる補修教育及び専門化教育を活性化し、専門化教育の全般的な課程は労働部の雇用保険を通じた教育費還給課程で成り立ち、より活気を呈しています。一貫した専門化教育課程を実施することにより、中央研修院には多様な教育プログラムが開設されていて、このため講師バンク制が構築され、専門講師を大多数確保しています。また、講

師の資質向上と良質の教育管理のために毎年著名なプロ講師を招いて専門講師研修教育を実施しています。これにより講義スキルと教授法、プレゼンテーションなどの多様な研修教育を行い、また国家試験及び資格試験出題のための文章作成能力を開発するための研修教育を行っています。

現場部門の円滑な運営管理のための管理者教育、他にも多様な教育プログラムを運営しています。同時に教育のための教材及び専門書籍を多数出版して学校及び会員と受講生を支援しています。中央研修院は協会の建物地下1階と地上2階の教室、3階の教育及び超音波実習室で構成されており、超音波実習装置7台を保有し、超音波実習教育用装置として利用しています。中央研修院はこれまで3,000人余りの超音波教育生を排出しており、創始期にはPACS（医用画像保管・電送システム）教育が活気を呈していた。放射線治療専門化教育の活性化に引き続き、最近では超音波教育が活性化し、これまで留まることなく、数千名に達する会員が研修院教育を修了しました。その他にも乳房映像専門化教育、透視造影、放射線安全管理、医療機器精度管理教育、アイソトープ（RI）教育など多様な教育を開設運営し、多くの修了生を出してきました。

<学術大会>

協会は春季と秋季に分けて年間2回にわたり、国際学術大会を開催しています。毎年地方を巡回しながら開催される全国放射線士春季学術大会（韓国・中国国際学術大会）と秋季総合学術大会及び東アジア学術大会（韓・日・台湾・モンゴル・香港その他アジア国家）があります。春季学術大会では政策課題及び指定研究課題発表と放射線技師の懸案に関するシンポジウム、専門放射線技師のための専門学会別専門講座、また、放射線量及び安全管理を主題にした専門研修会教育などが実施され、秋季総合学術大会及び東アジア学術大会では、13の専門学会が参加してそれぞれ学会別に

Session が分けられ、特別講演と250余稿に及ぶ学術論文を午前と午後に分けて発表することになります。

「グローバルイメージングを先導する放射線技師」というスローガンの下、学術大会を国際化し、日本はもちろん中国と台湾、モンゴル、香港など東アジアを合わせた活気あふれた国際学術交流活動をしています。特に日本、台湾などの3ヶ国は東アジア学術大会を各国で毎年一回ずつ合計3回開催し、3ヶ国の会員たちがお互いに参加して活発な学術交流活動をしています。また、学術発展の活性化のための褒賞制度及び学費支援は、論文の水準をより一層高めるきっかけになっています。

それだけでなく、協会傘下の16の市道会及び13の専門学会は、個々に学術大会を毎年1回以上開催しています。このように分野別に多様かつ多くの学術大会の開催は、放射線技師の学術及び技術を大きく発展させるきっかけになっており、グローバルイメージングを先導する世界的な放射線技師に生まれかわっている理由でもあります。

この他にも AACRT (アジアオセアニア放射線技師国際学術大会) を含め、ISRRT (世界放射線技師国際学術大会)、RSNA (北米放射線博覧会) などに毎回多数の論文が採択されており、多くの会員たちが積極的に参加し、国際化した放射線技師であることを立証してくれています。

< 専門放射線技師制度 >

経済の発展とともに国民の生活の質が向上し、これに伴い良質の医療サービスが要求されています。医療技術の発展が、ますます細分化していく医療環境で、放射線技師業務の専門性が絶対的に必要になってきました。このように変化が激しく、専門化された時代の流れの中で、すべての業務で最高の能力を発揮して正確な診断のための映像を提供しようと2003年に専門放射線技師資格制度を取り入れて、第1回専門放射線技師資格試験を実施しました。

この制度は初期に7分野で始めましたが、

2010年現在、14分野まで発展し、この中の6分野は国際資格分野でもあります。去る2005年から韓国、日本、台湾の3ヶ国を理事国として国際専門放射線技師資格認証機構が初めて設立され、第1回国際専門放射線技師資格試験を3ヶ国が同時に実施し、今年で国内資格分野は第8回、国際分野は第6回目を迎えます。また、アジア国家の参加でモンゴル、香港及びタイ、シンガポール、マカオなどが一緒に参加しています。この資格証取得者数は合計3,537人で、この中で国際分野が2,332人です。対象はSonographerの3分野 (OBGY, Breast, Cardiac) と放射線治療 (Radio Therapy Therapist)、透視造影 (Fluoro Radiographer)、乳房画像 (Mammographer)、Cardiac と General の2つの血管造影 (Angio Interventional Specialist) の国内資格合計8分野と国際資格6分野で、これは医療映像情報管理士 (MIIA: Medical Imaging Information Administrator)、Sonographer (abdomen)、Medical Imaging & Radiologic System Manager、Radiation Safety Manager、CT Specialist、MRI Specialistです。これに加えて今年には血管超音波 (Sonographer-Vascular) 分野が国内分野に追加される予定です。今後、さらに本資格に追加予定の超音波筋骨格系分野及び核医学専門放射線士など専門性確保のために準備中です。また、専門放射線技師資格管理は毎年補修教育を通じて管理されており、5年を周期で資格証を更新することになっています。

このように協会は放射線技師のレベルを高め、専門性確保及び強化など国際化のための努力に力を尽くしています。

< 国際交流活動 >

韓国・日本・台湾などとともに国際放射線技師認証機構を設立して毎年12月に3ヶ国の専門放射線技師資格認定委員会会議を開催し、次期資格試験及び出題項目検討日程と出題方法などを論議し、案件などを審議して決めています。



韓日台代表者会議

また、毎年東アジア学術大会代表者会議があります。各国で開催される東アジア学術大会ごとに3ヶ国代表者たちが集まって学術大会発展のための代表者会議を開催します。東アジア学術大会には韓国・日本・台湾・モンゴル・香港・タイ・オーストラリアなどアジア国家代表者たちも一緒に参加しています。

代表者会議は学術大会だけでなくアジアファンドを作り、アジアの途上国家の放射線技師たちに学術及び教育、教材などを支援するなどの後援する事業を広げており、初の対象国家であるモンゴルの放射線技師教育のために我々協会の専門講師を派遣して支援します。このようにアジアの放射線技師たちを指導しながら国際的レベルを高め、一緒に発展して行くことに努力しています。

また、韓・中両国の学術発展のための韓・中代表者会議が毎年両国を行き交いながら開催されています。また、途上国家であるミャンマーを直接訪問し、現況を確認し、支援を検討しています。

<線量管理>

1995年、政府機関である保健福祉部傘下の食品医薬品安全庁により診断用放射線発生装置安全管理法が制定されました。内容的には放射線装置の定期的な性能検査及び放射線従事者の被ばく管理、放射線施設の防御、放射線安全管理責任者選定など、放

射線に対するより徹底的な線量管理の施行が要求され、放射線技師の役割が重要視されました。これにしたがい、協会は放射線量管理について直接管理すべく医療放射線従事者を対象に被ばく線量測定機関として、1998年、RAD SAFE LCD Co. 会社を設立して直接運営しました。しかし、2000年、SRS（ソウル放射線サービス）と合併することになりました。2000年7月、韓・日技術協力のため、日本の㈱千代田テクノル様と会議を開くことができ、この会議を契機に、より一層発展させ現在に至っております。放射線医学会と共同で社団法人 医療放射線安全管理協会を創設して放射線量管理のために絶え間ない努力をしています。また、2007年から放射線安全管理専門放射線技師資格制度を新設、施行しております。これは国家資格であり、放射線器機精度管理士資格とともに国際資格として認められています。

注1)

市道会：市道とは、韓国の特別市（ソウル）、広域市（仁川、大田、大邱、プサン、蔚山、光州）、道（京畿、江原、忠清、慶尚、全羅、済州）であり、日本の都道府県にあたる。

▲▲▲▲ プロフィール ▲▲▲▲▲

【学歴及び経歴】

- | | |
|----------------|------------------------|
| 1974.3～1976.2 | 大邱(テグ)保健大学 |
| 2005.8～2007.8 | 漢陽大学校 経営学士 |
| 2007.9～現在 | カトリック大学医療経営大学院
修士課程 |
| 1981.9～現在 | 大韓生命付属医院 医務部長 |
| 1994.1～1998.12 | 大韓放射線士協会公報理事 |
| 2008.1～現在 | 大韓放射線士協会 総務理事 |

【過去 褒賞記録（勲章、褒章、表彰等）】

- | | |
|-----------|---------------------------|
| 1980.5.6 | 歩兵15師団 砲兵司令官 表彰
(模範士兵) |
| 1987.9.9 | 大韓生命社長表彰 (模範予備軍) |
| 1995.9.9 | 大韓生命社長表彰 (勤務功績) |
| 2007.8.17 | 漢陽大学校 総長表彰
(成績優秀模範) |

古賀佑彦先生を偲んで・・・

古賀佑彦先生は、一貫して医療放射線の防護についてご尽力され、本誌への最初のご寄稿も「胃X線検査における患者被曝」というテーマでした。先生には、医療放射線管理をはじめ安全管理において長期にわたり絶大なるご指導を賜りました。

「古賀佑彦 先生を悼む －大黒柱を失う－」

自治医科大学 菊地 透

古賀佑彦 先生は、かねてから病氣療養中のところ、2010年5月22日(土)に、享年75歳でご逝去されました。ここに謹んでお知らせすると共にご冥福をお祈りいたします。

先生は、1935年1月24日に古賀良彦先生（東北大学医学部放射線科初代教授）の次男として仙台市に生まれ、東北大学医学部を卒業後、1960年4月に父君の良彦先生に師事された高橋信次先生が教授を務めておられた名古屋大学医学部放射線医学教室へ入局され、その後1973年6月に、新設された名古屋保健衛生大学（現在の藤田保健衛生大学）医学部放射線医学教室の初代教授に就任されました。X線CTのヘルカルスキャンの臨床応用研究などの放射線診療面での多くの研究業績を成し遂げると共に、放射線安全の分野においても国際放射線防護委員会の医療分野の第3専門委員会委員、放射線審議会専門委員、原子力安全委員会専門委員、原子力安全技術顧問や日本医学放射線学会会長などを歴任されました。

1985年日本保健物理学会に医療放射線管理専門委員会が設置され、古賀先生が主査に私が幹事に選出されて務めた10年間、1990年に医療分野の放射線安全の向上と普及を目的に設立した医療放射線防護連絡協議会の会長と総務理事のコンビでの20年間と、

四半世紀の長きに亘り、医療の放射線安全に関わる仕事を二人三脚で行なってきました。

先生はまた、藤田保健衛生大学を退職後の2001年から原子力安



古賀佑彦 先生

全研究協会の参与として緊急被ばく医療の普及活動に関わり、わが国の医療放射線安全の大黒柱的な存在でした。

先生は、2003年2月に脳底部の腫瘍が原因の出血で倒れられて以来、自らの病状の診断情報を教育の場に提示し、腫瘍が手術治療の困難な場所のため、放射線治療法のガンマナイフ治療と重粒子線治療を行ない、積極的に病氣と人生に向き合い、常に前向きに生きることの楽しさを教えて頂きました。そして、病氣療養中の最期まで医療放射線と放射線安全に情熱を燃やし続けておられました。今、大黒柱として存在していた古賀先生にお目にかかれたいことは大変に悲しいことですが、天国に居る先生と酒盃を酌み交わし、何時までも師としてお教え頂きます。

（古賀先生の「最近の医療放射線管理について想うこと」がFBNewsのNo.318,2003.に紹介されています）

「古賀佑彦先生が ご逝去されました」

(株)千代田テクノル

代表取締役社長 細田 敏和

平成22年5月22日 藤田保健衛生大学名誉教授 古賀佑彦先生がご逝去されました。

古賀先生は放射線科医として放射線医学分野で放射線診断、放射線治療で大変ご活躍され、日本医学放射線学会会長や数々の要職を歴任されました。

また、放射線安全管理の分野でも国際放射線防護委員会委員、放射線審議会委員、日本保健物理学会副会長も歴任され、医療に携わる各学会を放射線防護の観点から横断的にまとめられた医療放射線防護連絡協議会を組織され、医療現場の放射線安全をまとめ、リードされました。一方ではJCO

事故に端を発した緊急被ばく医療の普及に大変寄与され、また放射線治療の精度管理にも大変尽力されました。

平成12年に弊社がフィルムバッジからガラスバッジに切り替える際、平成10年10月から3回に亘り外部の先生方にお集まりいただき評議員会にて協議していただきました。この際、古賀先生にもご参画いただき、切り替えのための技術審査をお願いいたしました。

また、本誌にも何度となくご執筆くださいました。医学界から原子力界に至るまで幅広く放射線安全についてリード、ご指導してくださいました。

「放射線安全の巨星逝く」の感があります。今後は古賀先生が残された放射線安全思想を引継ぎ、より安全な放射線利用のために尽力いたしますことをお誓いして、古賀先生の御冥福をお祈り申し上げます。

古賀佑彦先生の御略歴

- ◆昭和34年 東北大学医学部 卒業
- ◆昭和35年 名古屋大学 助手（医学部附属病院）高橋信次教授に師事
- 46年 同 上 講師
- 48年 名古屋保健衛生大学（現：藤田保健衛生大学）医学部教授（放射線医学）
- 平成13年 同 上 名誉教授
- 13年 財団法人 原子力安全研究協会 参与、研究参与（平成18年）
- 14年 放射線科・名古屋広小路クリニック院長
- ◆昭和52年 総理府 放射線審議会専門委員
- 53～60年 国際放射線防護委員会（ICRP）第3専門委員会委員
- 57年～ 日本医学放射線学会 放射線防護委員会委員長
- 60～61年 日本保健物理学会 医療放射線管理研究専門委員会主査
- 平成元年 日本保健物理学会副会長、企画委員長
- 2年 医療放射線防護連絡協議会会長
- 3年 総理府 放射線審議会委員
- 4年 国際放射線防護学会（IRPA）理事
- 6年 日本医学放射線学会会長
- 8年 総理府 原子力安全委員会専門委員
- 10年 厚生省 医療放射線安全管理に関する検討会委員

放射線のリスクと科学について考える



甲斐 倫明*

はじめに

2007年に刊行されたICRP新勧告(Publ.103)は、線量の大小に関係なくすべての線源からの被ばくを放射線防護の対象とすると勧告した。このことはあまり注目されないが、長い放射線防護の歴史を経て到達したICRPのスタンスである。ここで線源とは物理的な実体のあるものだけでなく、被ばくの原因となることも含む。1977年に勧告されたPubl.26では、線量限度を中心とした放射線防護基準の設定は放射線防護の対象をどこまで含めるかと関係していた。その結果、事故や自然起源の被ばくは含まず、制御可能な線源を対象とする考え方をとっていた。放射線防護を実施する上で線量限度は重要な基準として扱われてきた。しかし、1990年勧告以後、チェルノブイリ事故や自然起源の放射線被ばくに対する社会的な関心の増大と線量の大きさから見ると人工放射線被ばくに比べて無視できない被ばく源として注目されるようになり、線量限度を中心とした防護の考え方が変わってきた。なぜ事故時の避難対策をとるべき線量は公衆の線量限度よりも高くてもよいのか、なぜラドンの対策レベルは公衆の線量限度よりも高いのか。これらの素朴な質問に対する答えは、なぜ線量限度よりも低い線量で、ある施設からの管理基準を設け

るのかと類似のものと考えてよい。

この小論では放射線防護における線量基準の意味、その背景にある放射線のリスクの考え方について考察してみたい。

ラドン問題

ラドン(その子孫を含めて以下ではラドン)は、自然放射性核種の希ガスである。自然放射線研究の対象として、日本保健物理学会では研究演題の最も多いテーマのひとつである。ラジウムから解き放たれて大気中に放出されたラドンガスの散逸率・拡散・濃度、ラドンからの子孫核種の呼吸気道への沈着・エネルギー吸収など、ラドンの挙動と人への線量を評価する基礎研究が行われてきた。一方、疫学研究は、古くからウラン鉱山で働く作業員には肺がんが過剰に発症することを報告してきた。実験動物においてもラドンの吸入は肺がんを誘発することが示され、ラドンから放出される α 線が発がんの原因であることが確実となり、ラドンは発がん物質として、現在、WHOのIARC(International Agency for Research on Cancer)の略で、WHOの外部組織である国際がん研究機関)分類でグループ1(発がん性の科学的証拠の確かさを5つに分類したもので、人に発がん性があるに相当)と認定されている。

ラドン発がんの科学は、疫学と動物実験

* Michiaki KAI 大分県立看護科学大学 人間科学講座環境保健学 教授

を証拠として成り立つが、直接のデータがない、濃度が低いラドンの吸入においても発がん性があるのか、あるとすればその確率はどのくらいか。これらの問いはがんを予防するためにどうしたらよいかという問題意識から生まれる。すなわち放射線防護の問いである。

ラドンは自然起源の放射性核種であることから、従来は放射線防護の対象ではなかった。屋外ラドンは制御が困難であるが、屋内ラドンであれば比較的制御が可能であるので被ばく低減のための対策が求められる。住居の場合、ラドンのような自然起源の放射性核種を人工放射性核種と異なって規制当局が単に基準を守れといったトップダウンで規制することは難しい。住居のラドンをどこまで低減するか、基準を超えた住居はどのような対策をとるべきなのか、ラドンの放射線防護は公衆衛生上の課題である。

ラドンの放射線防護のためにはラドンのリスク評価が基礎となる。放射線は測定が可能であることからラドンの濃度測定に基づいて、呼吸気道の線量評価が試みられてきた。ラドンの壊変生成物である子孫核種の動態といった線源側の情報と α 線の標的細胞とそのRBEなどの生体側に関する情報の不確かさから、線量評価法は未だ放射線防護の基礎にはなっていない。ラドンの疫学から推定される濃度あたりの肺がんリスクと同じ大きさの γ 線のリスクに相当する線量をもってラドンの線量を推定する疫学のアプローチがとられてきた。近年は、ICRPがPubl.66で開発した呼吸気道モデルをラドン吸入に適用して呼吸気道の線量を直接推定する方法と比べても両者の値が接近してきているという研究が報告されているが、ラドンの線量評価法としてまだ十分な評価を得ているわけではない。いずれの方法によるにしても、ラドンの被ばくは線量に換算してリスクを表示してきた。ラドンの

線量が10mSvに相当する濃度を参考レベルとする放射線防護の基準が設定された。

ラドンの健康影響の科学は、ウラン鉱山の疫学が中心となってラドン被ばくと肺がんとの関係を論証してきた。鉱山のようなラドン濃度の高い環境がそうであっても、ラドンの濃度の低い居住環境ではどうなのか。居住ラドンの健康影響に対する多くのケースコントロール研究が実施されたが、結論は明確ではなかった。そこで、すでに実施されているヨーロッパの複数のケースコントロール研究の生データを集めて解析する研究（プール解析）が英国のDarbyのグループによって、北アメリカではKrewskiのグループによって行われ、100 Bq/m³レベルの濃度でも統計的に有意な結果が導かれた。プール解析は、単独のケースコントロール研究ではサンプルサイズが小さいために検出力が十分でなかった問題を解決するために採用された方法である。居住環境におけるラドンの科学は、これによって一歩前進したように見えた。

ラドンと肺がんとの関係において、喫煙が交絡することは鉱夫のコホート研究（注：疫学の手法のひとつで被ばく線量の異なる集団を長期に追跡調査してその死亡率などを統計的に比較する）やラットでの実験研究からも知られていた。ラドンと喫煙は複合的に影響することは明らかとなっていたが、その仕組みや定量性には不確かさがあった。上記のプール解析は、居住環境のラドンと肺がんとの関係を明らかにすると同時に、喫煙とラドンとの複合影響を立証することになった。つまり、ラドンの影響は喫煙者と非喫煙者では大きく異なった。このラドンの科学をいかにリスク評価に反映するのか。しかし、放射線防護は放射線のみ注目し、喫煙習慣の有無は集団を構成する年齢などと同じ特性の一つとして平均化してしまった。

ラドンと喫煙の相互作用は、相乗的か相加的かが古くから議論されてきた問題ではあるが、放射線防護の問題として取り上げられることはなかった。居住環境のラドンを対象としたヨーロッパのプール解析の研究から明らかになった注目点は、ラドン被ばくのコントロールに対する相対リスク係数は、喫煙者の場合と非喫煙者の場合で統計的に有意な違いがなかったことである。喫煙者はラドンの曝露がなくてももともと喫煙による肺がんリスクが大きいために、喫煙習慣の有無はラドンの絶対リスクに大きく影響することになる。ラドンの相対リスクが喫煙者と非喫煙者とで同じだとすると、絶対リスクは、ラドンの曝露がないとき、ベースとなる肺がん確率が喫煙者で比較的大きいために、ラドンの絶対リスクが非喫煙者に比べて大きくなることを意味している。念のために、相対リスクと絶対リスクを簡単に説明しておくと、相対リスクは被ばくのない集団に対する比で、1であれば影響がないことを意味する。絶対リスクは被ばくのない集団との死亡率（あるいは罹患率）の差で、死亡率の過剰分である。

放射線防護のリスクには、絶対リスクとしての生涯死亡確率（あるいは罹患確率）を用いてきた。Darby らの計算では、85歳までの生涯死亡確率は、非喫煙者は、WLM 当り 1.2×10^{-4} であるのに対して、喫煙者は WLM 当り 24×10^{-4} と推定された。一般の集団では喫煙者と非喫煙者が一定の割合で含まれているので、平均化されて WLM 当り 5×10^{-4} となる（表 1）。つまり、一般集団で見ると、喫煙者は過小評価され、非喫煙者は過大評価されたことになる。（注：WLM は、ラドンの曝露量として古くから使用されている単位で、1WL のラドン濃度で170時間（1ヶ月の作業時間）曝露を受けること。1WL は、7400Bq/m³の平衡等価ラドン濃度）

表 1 ラドン被ばくによる生涯過剰がん死亡リスク

	$\times 10^{-4}$ per WLM
喫煙者	24
非喫煙者	1.2
一般集団	5

表 2 喫煙習慣ごとに評価したラドン被ばくの10mSv に相当する濃度

	Bq/m ³
喫煙者	54
非喫煙者	1080
一般集団	260

そうなると、ICRP の Pub.65 で生涯絶対リスクで10 mSv に相当する累積被ばくをもたらすラドン濃度を参考レベルとして設定する考え方は、喫煙習慣によって異なることになる。同じラドン濃度を吸入してもリスク換算で誘導されている線量が異なるということになる（表 2）。

ICRP は、従来、性や年齢あるいは民族（国）で異なるリスクを平均して nominal（名目的）リスクとして扱ってきた。ICRP は、線量限度や組織加重係数の決定において、世界どこでも適用できる唯一の数値を導くために、リスク推定において nominal risk の考え方をとった。喫煙習慣も年齢と同じ仮想的な集団の修飾要因の一つであるという認識で、ラドンの放射線防護は仮想的集団の平均リスクを対象にした。

性、年齢および民族（国）は、私達が制御できない属性であるが、喫煙は放射線以上に強力な発がん物質であり、公衆衛生上の重要なリスク因子である。世界的にも喫煙はがん対策の最大の標的とされている。このがんリスク対策上、最大の標的である喫煙がラドンの健康影響に影響することに対し放射線防護はいかに対応すべきなのであろうか。喫煙習慣ごとに参考レベルを設定することは確かに実際的ではない。屋内環境のラドンの濃度を管理するためには、リスクを基礎にした代表値をあてることが最も合理的であろう。非喫煙者のリスクを

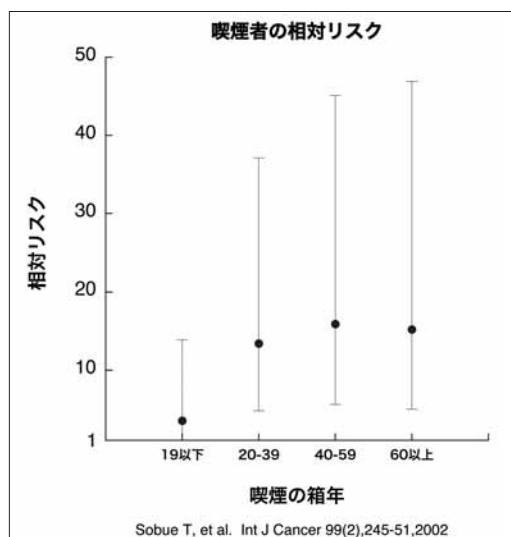


図1 喫煙の肺がんリスク

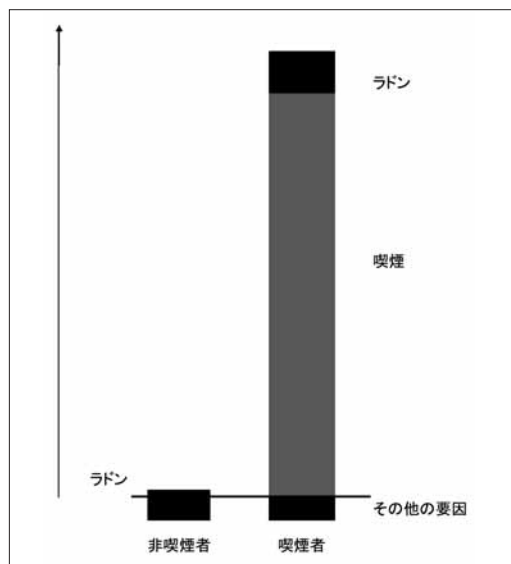


図2 喫煙者と非喫煙者におけるラドンの肺がん生涯リスクの比較

基礎に考えると、喫煙者のラドンリスクは非喫煙者に比べてより高いリスクを許容することになり、逆に、喫煙者のラドンリスクに注目すると、非喫煙者のリスクを厳しく管理することになり、過大なコストをかけることにつながる。いずれの考え方もラドンのリスク管理だけに注目する限り、明解な回答は出てこないように見える。この問題に解決の展望を与えるのは喫煙とラド

ンのリスクを冷静に比べてみることであろう。プール解析から得られたラドンの過剰相対リスクは、ヨーロッパのプール解析では8%（95%信頼限界：3-16%）、北米のプール解析では11%（95%信頼限界：0-28%）、であり、喫煙習慣の有無に関係なく、過剰相対リスクには有意な違いがなかった。一方、喫煙は、我が国の研究によると、図1に示すように、肺がんリスクは喫煙本数（箱）と年数の積で決まり、20箱年以上では相対リスクがおおよそ10-20と報告されている。生涯リスクに注目すると図2に示すように、喫煙者と非喫煙者のラドン、喫煙、それ以外の原因にわけて肺がんのリスクを比較すると、喫煙者の喫煙のリスクが圧倒的に大きいものであることがわかる。このようなリスクの基礎情報をもとに放射線防護は考えるべき時代になってきたのではないだろうか。がん死亡率を低減するための効果的な方策を考えると、優先すべきは喫煙対策である。ラドン対策は、喫煙を無視しては効果的ながんリスク対策にはならないことを見逃してはならないことを強調したい。

以上、ラドンと喫煙の問題を考察してきたが、喫煙の問題は科学の問題ではあっても放射線防護の問題とは別の次元として扱われてきた。この原因は、放射線防護の初期に確立したリスクの概念が現実の問題に対応しなくなってきたのではないかと筆者は考えている。放射線のリスクとして対象としてきた生涯死亡確率（生涯過剰絶対リスク）及び名目リスクなどの概念が放射線防護の基礎にあることを認識し、放射線防護が確率的影響（がん）をどのような考え方で制限するのが適切なものが今問われている。

一方、現在の放射線防護では、屋内のラドンは現存被ばく状況として扱うために、人工放射性核種の計画被ばくよりも、ラドンの公衆被ばくの管理が高い線量で行われるのは何

故なのかという疑問がでてきてもおかしくない。

ラドンの参考レベルが公衆の線量限度と異なるのは、ラドンの被ばくは制御が容易な人工放射線源とは明らかに異なる被ばく状況にあり、線量限度や参考レベルが安全と危険とのボーダーではなく、状況に応じた低減のための目標の上限値であるからである。歴史的に人工放射線源には限度という強い名称が用いられ、法律にも導入されてきたために、放射線安全の基本の基準値として受け止められてきた。そのために、線量限度と異なる管理基準値は理解しにくい存在となった。線量拘束値を導入してICRPはダブルスタンダードを勧告しているとまで誤解される。このような誤解を解くには法律が絡んでいるために、線量限度や参考レベル（線量拘束値）の違いを強調しても効果的ではない。確率的影響を制限するために設定される種々の基準やレベルは、すべてが絶対的な意味をもつものではなく、管理する被ばく状況に応じて適切な目標値の上限として示したものであって、これらの数値を超えることが大きなリスクをもたらすものではないことを強調していくしかないと筆者は考えている。

医療被ばく

医療被ばくとは、患者が診断あるいは治療の医療行為を受けるときに伴う被ばくである。必要な医療行為のみが正当化され、不必要な被ばくを避けるべきであることが古くから放射線防護の基本的な考え方とされてきた。医療被ばくは線量限度を適用しない意図的な計画的な被ばくとして扱われてきた。医療の現場では、絶えず診断や治療で放射線による患者の被ばくを効率的に利用している。

医療被ばくは、医療において放射線が不可欠な存在であることから、被ばくするこ

とに議論の余地はない、しかし、医療放射線といえども他の放射線と同様にリスクがあるため放射線防護を行う必要がある。そのことを医療関係者は理解しなければならない。診断や治療に利用される放射線は便益がはっきりしているだけに、そのリスクを正當に評価することが難しく、あるときはリスクが無視され、あるときは逆に過大視されて不安を招くことが多い。では、医療放射線のリスクをどのように理解し対峙するのが正當であるのか。筆者は、日本保健物理学会に医療放射線リスク専門研究会を立ち上げ、この問題について検討してきた。この報告書は日本保健物理学会のホームページに掲載されているので参照していただきたい。ここでは、その要点を紹介する。

医療被ばくでは、Lancetに掲載された医療被ばくのリスクを推定する論文などを契機に、放射線のリスクと科学の問題が絶えず論争の対象となってきた。ICRPやUNSCEARなどの国際機関は、放射線によるDNA損傷ががん化の初期事象として重要で、その線量反応関係にはしきい線量はありそうになく、LNT（しきい値なし直線）モデルが合理的と判断する一方で、フランス科学アカデミー・医学アカデミー報告は、組織個体レベルの防御機能を強調し、ICRPなどはDNA損傷を過度に重視しているとしてLNTモデルを批判している。

放射線生物学や疫学を中心とした放射線の科学に注目するとき、とくに100mSv以下の被ばくにおいては不確かな情報や確立していない知見があることは確かである。低線量では高線量と異なる生物応答が見られるのは事実であり、がん化に関わる初期事象の線量反応関係が直線的にはならない可能性は充分にある。しかし、フランス科学アカデミー・医学アカデミーが主張する高次の防御機構が、しきい線量の存在の可能性を示唆できても、すべての人・被ばく

状況にあてはまるユニバーサルなしきい線量を仮定することは無理がある。実験的あるいは疫学的な観察の不確かさに直面することになり、しきい線量を単一の値として提示することは困難だからである。このことをICRPは理解した上で、LNTモデルが生物学的な真実として受け入れているのではなく、低線量被ばくにおいてどの程度のリスクならば避けるべきかの慎重な判断に使用するためのものである(Publ.103, A178)ことを強調している。

このように、現在の低線量における論争には、科学的な側面とリスク論的な側面が認められ、混然一体となっているために、放射線防護の正しい理解が妨げられていると考えられる。リスク推定は科学的な知見に基づいてはいるが、放射線防護のようなリスク論の中で行われると、上記のラドンのような例も現れてくる。

放射線診断、とくにCT検査で問題となる数十mSvの被ばくに伴う発がんリスクは、このレベルの放射線が実際にがんを誘発するかどうか科学的には不明であり、結局のところあるかないかを明言することはできない。だからこそ、リスク評価が適切に行われるべきだというのが、医療放射線リスク専門研究会での私達の最終的な結論である。リスクの実体が明らかではないからこそ、リスク評価を行うのである。情報の不確かさや現象のゆらぎを考慮した上で、リスクがどれくらいの大きさになり得るか、あるいはリスクの大きさに与える因子は何かを検討することが、リスク評価の本来の目的である。放射線診断のリスク評価は、現在行われている診断行為が社会にどの程度のインパクトを与え得るかを総合的に評価することであり、言わばよりよい判断のために情報を統合するプロセスである。別の言い方をすれば、医療におけるさまざまなリスクの中で放射線も一つのリスク要因

と位置づけ、適正な利用が図られるように、意思決定のための情報を提供することなのである。このリスク論が理解されて初めて、リスクを物差しとして医療被ばくの放射線防護を行う正当性が理解できる。

おわりに

1990年勧告では、線源の制御の可能性だけから、被ばくの制御の可能性に拡大し、一部の自然放射線や事故時の被ばくなどに対しても放射線防護の枠組みが適用されるようになった。2007年勧告では除外や免除の概念を適切に使用することで、基本的にはすべての放射線被ばくを放射線防護の対象とした。そのことによって、従来の線量限度の位置づけは實際上低下し、線量拘束値や参考レベルがより重要な管理基準値として注目されている。放射線防護の基礎にあるのは科学であるが、科学だけでは対応できない現実の判断には社会的な価値を伴っている。そのために、「科学的推定と価値判断の基礎及びそれらの間の区別は、どのように決定がなされたかの透明性を高め、かくして決定への理解を増すために、可能であればいつでも明らかにすべきである(ICRP Pub.103, 27項)」ことが重要な点であることを放射線防護に関わるすべての関係者の間の共通の認識としたい。

♣♣♣ プロフィール ♣♣♣

公立大学法人大分県立看護科学大学人間科学講座環境保健学研究室教授、理事・大学院研究科長(兼任) 1981年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。日本原子力研究所環境安全研究部、東京大学医学部放射線健康管理学教室、米国 Fred Hutchinson Cancer Research Center (客員研究員)、東京大学大学院医学系研究科量子環境医学を経て現在に至る。現在、低線量放射線リスク評価のための、生物の仕組みに立脚した数理モデルの開発、リスク論に関心をもって放射線防護の基本問題に取り組んでいる。工学博士、日本リスク研究学会理事、文部科学省放射線審議会委員、原子力安全委員会専門委員、ICRP 第4専門委員会委員。

サービス部門からのお願い



早戻りモニタの自動再発送について

「返却したガラスバッジがまた届いた！」測定センターでは、このようなお電話をお受けすることがございます。

ご使用期間終了日前にモニタをご返却された場合、中止や休止などのコメントが無いときは、ご使用期間中のモニタであると判断し、自動的に再発送処理を行っております。再発送処理したモニタのラベルには、再発送処理のマーク「再」が表示されます。(写真参照)

モニタラベルの右上には、**ご使用期間が表示**されております。

- 中止や休止でモニタを使用しない場合
- 使用期間終了日まで期間が残っているが使用する予定がない場合

上記のような場合でも、**ご使用期間終了日を過ぎてからご返却**くださいますようお願いいたします。

なお、お客様の事情によりご使用期間終了日前にモニタをご返却される時は、測定依頼票・ご使用者変更連絡票にその旨コメントをご記入ください。

ご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。



編集後記

●5月22日古賀佑彦先生がご逝去されました。謹んでご冥福をお祈りいたします。

古賀先生は、医療分野での放射線安全にご尽力され、またFBNewsの記事も多数ご執筆いただきました。自治医科大学の菊地透先生によるご追悼の記事で、改めて古賀先生の偉大な功績を思い起こすとともに、これからは古賀先生の意思を引き継ぎ、放射線安全の発展に寄与していきたいと思いました。

●青森県民の自然放射線被ばく線量評価について、今回のテーマは、主に小型哺乳類です。我が家にはポメラニアン(小型犬)のキラがいます。キラの臓器の高さは地上20cmくらいですが、線量はどの程度なのかなと想像しながら読みました。

●韓国の大韓放射線士協会について、朴龍欽総務理事に

協会の使命、構成、活動内容について詳しく説明していただいています。国際専門放射線技師資格試験を日本、韓国、台湾で同時に実施したことなど興味深い内容が盛りだくさんです。

●甲斐先生には弊社主催の「第7回テクノ技術情報セミナー」でご講演いただいた「放射線のリスクと科学について考える」からご執筆いただきました。ラドンと喫煙と肺がんとの関係など喫煙者には耳が痛くなる内容を含んでいます。もしかしたらこの記事を読んでたばこを止める人が出てくるかも知れませんね。

●小惑星探査機「はやぶさ」が往復7年、60億キロメートルを旅し無事帰還とか、サッカーワールドカップで日本代表が初戦初勝利とか、明るい話題の多い夏でもあります。皆様も暑さに負けずご活躍ください。(TK)

FBNews No.404

発行日/平成22年8月1日

発行人/細田敏和

編集委員/竹内宣博 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 福田光道 壽藤紀道
藤崎三郎 丸山百合子 亀田周二 金澤恵梨子 酒井美保子

発行所/株式会社千代田テクノ 線量計測事業本部

所在地/☎113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル4階

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体381円)