

放射線科学

生活環境の放射線

前越 久

X線撮影に際して一般の人から受ける質問の多くに、「このX線撮影により被曝線量がどのくらいになるのか」ということがある。この時、例えば「0.5mSv(ミリシーベルト)程度でしょう」と答えてもなかなか理解してもらえないために、「地球上の人は誰でも、1年間に平均 2.4mSv を自然放射線によって被曝しています」と答えると、少し納得して戴けるようである。何もしなくても地球上で生活すれば誰でも平均的にこの程度の放射線被曝からは逃れることはできないこと、そしてそれは、一部のX線撮影あるいはX線透視検査を除けば、最近のX線撮影技術の進歩により、2.4mSv よりはるかに少ない被曝線量でX線撮影が行われていることの説明になるからである。このような説明法は、放射線の専門家がよく用いる方法でもある。また最近私が受けた質問に次のようなものもあった。20歳代の女性による質問であったが、「某病院で胸部X線撮影を行ったところ、X線写真全体が透きとおっており肺の黒い部分が殆ど見えないような写真であった。これは恐らくX線の大部分が自分の体によって吸収されてしまったのではないかと思い、不安でいっぱいであるというのである。X線写真は、人体を透過したX線により写真になるはずだという。撮影後振り返ってみれば、このX線撮影中に、首筋から背中一面がピリピリと電気が走ったような感覚があったというのである」この執拗な質問に少々面食らった次第であるが、私はこの女性に、むしろ普通の胸部X線撮影よりX線量が少なすぎたため、過少な照射線量による透過X線量が少なくなったために生ずる、所謂、露出不足のX線写真になったのであろうということ、そしてX線に対して人体には知覚がないことを説明したがなかなか納得して戴けなかった。あまりにもその女性が当局に訴えてやろうという雰囲気であり、私がそのことを察知して答えたため、某病院を私が庇っているのではないかという不信感を与えたためであろうか。深く反省しなければならない出来事であった。しかし一般に、X線を含めて放射線は恐ろしいと思っておられる人々が多くなっていることは否定できない現実的状况にはある。それは、今日ではマスメディア等を通じて放射線に対する情報が満ち溢れており、放射線に関して専門外の人達も知識が豊富になり、

自分に対して都合の悪いことはいつまでも記憶として残り、メリットはいつしか忘れ去ってしまうからであろうか。ここでは、自然(環境)放射線の中身について述べてみようと思うが、知らなければ知らないで平穩であったのに、知ったばかりに心配が増えてしまった、ということにならないことを願っている。1990年、国際放射線防護委員会は自然放射線源による放射線被曝のうち特定の職業についている人達についてはそれを職業被曝と見做すよう勧告している。自然放射線による被曝を職業被曝に加えるよう勧告したのは今回が初めてである。すなわち、航空機や人工衛星の乗務員、及びウラン鉱山や多くの地下鉱山、洞窟などで作業する人達がそれに当る。

まづ航空機や人工衛星の乗務員について考えてみる。地球外の宇宙空間から地球の大気に入ってくる高エネルギーの放射線は、一次宇宙線として知られている。この一次宇宙線は空気中に存在する原子の原子核と相互作用を起し、中性子、陽子、パイオン、ケイオンといった2次宇宙線を生成すると共に、 ^3H 、 ^7Be 、 ^{10}Be 、 ^{14}C 、 ^{22}Na 、 ^{24}Na のような様々な宇宙線生成核種を生成する。これらは放射性同位元素であるから β -線、 β +線、 γ 線といった放射線を一定の半減期に従って大気中に放出しつづけることになる。大気圏の低いところでは電離成分による空気中の線量率は緯度によって殆ど差はないが、高度によって大きく変化する。1500m毎に約2倍になる。宇宙飛行士の毛利衛さんや向井千秋さんは地上にいる人達と比べると何倍もの放射線被曝を受けたことになる。放射線は一般に重い物質に吸収されやすい性質がある。従って、地上においては、12階建ての高層ビルの屋上では地下1階の約3.7倍の放射線被曝になるという報告がある。通常、社長室は上階の見晴しの良いところにあるが、放射線被曝の観点からみれば環境は頗る悪いことになる。

次に目を地中に向けて見よう。地中に存在する原始放射性核種と言われるもので重要なものは、 ^{40}K 、 ^{87}Rb 、 ^{238}U 及び ^{232}Th がある。この内 ^{238}U と ^{232}Th はそれぞれ次々と子供を生み、14個と11個の放射性娘核種の親核種になる。これら全ての放射性核種は、地球起源の放射線源として被曝線量に関与するものである。原始放射性核種とそれらの娘核種は、空気、土壌、岩石、食品や人体の中など凡ゆるところに存在しているため、体内からあるいは体外から被曝線量を与えることになる。さらに地球上において、特別な地域において非常に被曝線量が高いところがあることを知っておく必要がある。インドのケララ地方、ブラジルのミナス地方あるいはガラバリ地方がそれに当る。これはトリウムを多く含む花崗岩の地質が影響している。我が国においても、西高東低と言われるように関西地区の花崗岩地帯が、関東地区の関東ローム層地帯に比較して約2

～3倍被曝線量は高い。ケララ地方は、日本の最も高い地区よりさらに約30倍も高いから驚きである。このような地区においても人は普通に生活している。カリウム 40^{40}K は半減期が 1.28×10^9 年と非常に長い放射性同位元素であり、体の健康を維持するのに必要なカリウムと同じものである。日本人でも外国人でも、体内には平均約 60Bq (ベクレル)/kg存在する。 β -線と γ -線を放出しているので体内において放射線照射が行われている。だからといって体内からこれを取り除くことはできない。

人体が自然放射線から1年間に受ける被曝線量の内訳を記載すると、宇宙線から 0.36mSv 、食物から 0.33mSv 、大地から 0.41mSv 、空気中のラドンから 1.3mSv で合計 2.4mSv ということになる。きんさん、ぎんさんは102歳であるから、今までに自然放射線から 244.8mSv の被曝線量を受けた計算になる。ここでやっかいなものにラドンという気体状の放射性同位元素がある。ラドンには3人の姉妹がおり、 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 、 ^{219}Rn と書き、ラドン、トロン、アクチノンと区別して呼んでいる。コンクリート等の建築材料中にこの姉妹の親に当るラジウムが微量含まれており、放射性壊変によって大気中に絶えず出てきている。気体であるため屋内では気密性が影響することになるため、アルミサッシできちんとした高級住宅に住む人は、木造のバラックの住人より放射線被曝は多くなる。屋外濃度より数倍から数十倍になる場合があるとの報告がある。窓を閉めきった教室では、出入り口に席をとった学生の方が中央当りに席をとった学生より被曝線量が少ないことになる。遅刻して入ってくる学生が時々あるからである。ラドンに対しては換気が重要である。ラドンは壊変を繰り返しながら α -線、 β -線、 γ -線を放出するので、人は鼻や口からラドンガスを吸入して体内被曝の原因となる。上記のように、1年間に自然放射線から受ける被曝線量の 2.4mSv の内、約50%の 1.3mSv はラドンによるものであることを認識しておかなければならない。

最後に生活環境である身のまわりの消費財に放射性同位元素を含んでいるものがある。それについて述べてみよう。

その一つに放射性発光製品がある。時計の照明用として目盛板の時針や目盛、数字に ^{226}Ra 、 ^{147}Pm 、 ^3H が塗布された夜光時計がそれである。これらの放射性核種から放出された放射線は、少量の銅あるいは銀を含む硫化亜鉛シンチレータによって可視光線に変換され、暗いところでも時間を読み取ることができるように工夫されている。 ^{226}Ra は γ -線を放出するため、時計携帯者の全身が照射されることになるので、軟 β -線放出核種である ^{147}Pm および ^3H が最近では用いられている。古い骨董品である夜光時計には ^{226}Ra が使われている可能性が高い。

注意が必要である。

次に、煙探知器がある。火災予防のため室内に煙が充満すると自動的に警報を発する装置である。 ^{226}Ra 、 ^{238}Pu 、 ^{85}Kr 、 ^{63}Ni が使用されていたが、最近では ^{241}Am (放射能=1.5TBq)が主流である。使用年数10年といわれる。建物の取り壊し時にあらかじめ、この煙探知器を取り外しておかないと環境汚染につながることになる。 ^{241}Am の半減期は432.2年と非常に長い。

X線を発生する消費財にX線カラーテレビがある。最近のテレビ受像機はX線の発生は少ない。カラーテレビ受像機表面から5cmの所での平均照射線量は、約 $3 \times 10^{-10} \sim 3 \times 10^{-8} \text{Ckg}^{-1}\text{h}^{-1}$ であり、ふつうにテレビを見る条件での年間生殖腺線量の推定値は $10 \mu \text{Sv}$ (マイクロシーベルト, $1 \mu \text{Sv} = 10^{-3} \text{mSv}$)のオーダーである。その他、空港での手荷物検査に用いられるX線透視スキャニング装置のそばを通り過ぎることもときにはある。

我々の身のまわりは放射線に取り囲まれているとあってよい。しかしここで放射線ホルミシス(放射線刺激効果)についてふれておかなければならない。これは、暑い地方に生れ育った人は暑さに強く、寒い地方に生れ育った人は寒さに強いというように、人の体力はその環境によって左右されることは常識的になっている。このことと同じことが、放射線についてもあるのではないかと真剣に研究し論文として報告されている。45億年前の地球の創世期から自然放射線は存在し、人類誕生から今日まで人は等しく放射線を被曝し続けている。従って、高線量では人体に種々の障害をもたらすであろうが、低線量の場合、人の成長を刺激したり、寿命を延し健康に役立つという考えもきっと正しいに違いない、と判断することも自然である。今のところ実験の再現性は乏しいようであるが、研究者の成果を期待したいところである。

(名古屋大学医療技術短期大学部教授・診療放射線技術学科)