

特別企画 復興からの希望の光

## 原発事故による放射線被曝について

橋本 光二

●抄録●

昨年3月11日に発生した東日本大地震とその後の津波により打撃を受けた東京電力福島第一原子力発電所からの放射線物質漏洩が、周辺住民の避難、土壌汚染、食物汚染などヒトとくに子供への影響などについて不安を招き、解決策も見いだせない状況にあります。そこで低線量被曝について、自然放射線などの体外、体内被曝、また歯科医師が関わる医療被曝について触れました。

キーワード：放射線被曝、放射線の影響、低線量被曝、自然放射線、医療被曝

昨年3月11日に発生した日本で過去最大と言われた東日本大地震とその後発生した津波により、大打撃を受けた東京電力福島第一原子力発電所からの放射線物質漏洩が依然として続いています。周辺住民の避難や、土壌汚染、また食品の汚染などヒトとくに子供への影響についての不安材料は多く、解決策は未だ見いだされていません。「放射線被曝」によるヒト、とくに子供達への影響が発現するか否かに付いても数十年という年月を経なければ分からないであろうし、それでも分からないかもしれません。日本は残念な事に世界で唯一の被爆国であり、また東海村の原子力研究所の事故など、放射線の急性被曝についての経験はあるのですが、今回のような想定外（想定内とする人もいますが）の津波による原子力発電所の事故、そしてそこから周囲に広がった放射線がどのような影響（多分長期的な）をヒトに及ぼしていくのか、土壌や栽培されている野菜などの食物汚染はなど問題が広がり過ぎ

てよく分からなくなっているのが現状で、発生状況に違いのあるチェルノブイリの例を参考にするしかないようです。もしヒトに障害が現れても、それが放射線被曝によるものと特定出来るかどうかは難しいと思われれます。私の手元に1987年に日本消費者連盟が発行した「放射線は微量でもあぶない—ムラサキツユクサの証言—」という小冊子があります。この本は市川貞夫 埼玉大学理学部遺伝学教授が書かれたもので、初版は1979年に発行されていますが、1986年4月のチェルノブイリの原発炉心溶融事故による放射能汚染が発生した事で改訂されたものです。原発反対の立場で書かれており、「微量放射線の影響」「体内被曝の重要性」など原発の安全性に触れています。原発で冷却水がなくなるなどの大事故があれば大量の放射能が一瞬にして周辺に放出され、想像を絶する大惨事となる事なども既に触れています<sup>1)</sup>。

30年以上前から分かっていたがそんな事態は起こらないであろうとされてきたわけです。ICRP（国際放射線防護委員会）の委員であった中村仁信氏は原発に関しての立場を、賛成でも反対でもなく、電力確保のためには仕方がないという認識があった、そして今回の事故の被害の大きさから原発はいずれなくすべきであるとしています<sup>2)</sup>。これが多くの日本人に共通する思いではないでしょうか。



(はしもと・こうじ)  
日本大学歯学部歯科放射線学教室  
ICDフェロー

放射線の年間総被曝量が100ミリシーベルトまでならば健康被害はないという事を氏も述べていますが、この根拠は、100ミリシーベルトの放射線を浴びても、損傷するDNAの数は僅かでありその修復は数日であり、中で修復されないものがあつた時に突然変異してガンの原因になるが、ガン細胞の殆どは免疫細胞が殺してしまうという事から100ミリシーベルトでもただちにガンにはならない。1ミリシーベルトや10ミリシーベルトの被曝ではその可能性は殆どない、という事です<sup>2)</sup>。

この100ミリシーベルト以下は低線量といい、早期に何か影響が現れる事はないとされています。彼の著書のタイトルは「低量放射線は怖くない」<sup>2)</sup>です。市川氏のタイトルと比べて20年以上の時を経ているとはいえ、正反対の立場という事になります。この問題の難しさを物語るものでしょう。ICRPが勧告する1ミリシーベルトという値は、100ミリシーベルト以下なら影響は起こらないであろうが、それよりも少ないに越した事はないというような事から設定されたようです。「出来るだけ浴びないほうがいい」という考え方からすれば当然こういう事になるでしょうし、それが今は特別に強調される事態になっているという事でしょうか。この事に関しては、「しきい値」という健康に影響が出る最低の被曝線量が設定されていますが、それ以下の低線量被曝では害がないというのは間違いでどんなに低線量でも放射線被曝すれば害がある、小さい子どもほど、低線量被曝での晩発性障害（長い時間が経って現れる障害）の危険が高い<sup>3)</sup>とする人達もいます。また放射線医学総合研究所が発行した「低線量放射線と健康影響」<sup>4)</sup>の「低線量放射線影響に関する国際機関の考え方」によれば、低線量被曝により健康影響が生じる可能性が小さいために科学的に定量化が困難である。その影響推定には不確実性があり、その原因は発がんにおける放射線以外の寄与分が大きいこと、としています。専門家の間でも大きく意見が分かれているわけです。実際に、どんなに少ない放射線量でも発生する可能性がある、前述の「しきい値」のない確率的影響に関しては、低線量領域でのヒトに与える影響について信頼出来るデータがないという現状があります。こうなると、社会不安や風評被害も考

え、よく聞かれる「ただちに健康に影響はありません」という曖昧な言い方しか出来ないのかもしれませんが。

ここで基本的な事ですが、マスコミによる報道では「放射能汚染」など「放射能」という言葉がよく使われます。「放射能」とは「放射線を出す能力」のことでありこれはよく懐中電灯に例えて説明されます。懐中電灯の電球から出る光が「放射線」、光を出す電球が「放射線性物質」、電球の光を出す能力が「放射能」という事になります。この他に、放射線の強さを表す「ベクレル」や人体への影響がどの程度かという線量当量限度の単位である「シーベルト」など一般の方（もしかしたら歯科医師でさえ）あまり聞き慣れなかった用語についても、マイクロシーベルトがミリシーベルトの1/1000の量であることなど、一般の方にも分かり易い解説記事が多数報道されました。しかし、まだまだ一般の方が放射線被曝について正しく理解するまでは至っていないようです。

福島第一原発の事故による放射線被曝は原子炉内部から核分裂生成物が飛散した事による被曝、すなわち放射線ヨウ素や放射性セシウムなどが崩壊する事で $\alpha$ 線、 $\beta$ 線などの放射線が発生したことによる被曝です。放射線被曝の説明では、「自然放射線」という用語が出てきます。地球は人類の誕生のずっと前から、太陽などからの放射線すなわち地球の気により弱められた宇宙線などを被曝してきました。これは、海拔0mの場所で1年あたり約0.3ミリシーベルトの被曝量です。飛行機などではさらに高い量の宇宙線を被曝し、飛行機乗務員の被曝が多い事も言われています。また大地からも岩石に含まれるウランやカリウムなどから、1年あたり約0.4ミリシーベルトの放射線を被曝しています。これらを「体外被曝」といい、さらに食物からもカリウム40などから1年あたり0.35ミリシーベルトの「体内被曝」をしています。つまり「体外被曝」は「外部被曝」ともいわれ放射線の出るところ（線源）が体外にあり、人体の表面から直接放射線を照射され被曝することをいいます。体外にある放射性物質やX線発生装置などからの被曝です。歯科のX線撮影もこれに当たります。これに対して、「体内被曝」は「内部被曝」ともいわれ、食物の摂取や呼吸などにより放射性物質を体内に取り込み、人体内部で放射性物質が

崩壊し、被曝することをいいます。内部被曝では体に取り込まれた放射性物質が排泄されるまで残ります。すなわち放射能は弱くなるのですが、放射線は出続けるわけです。ヨードの多い昆布などの海草をよく摂る日本人では甲状腺がんが多いとされます。ヨードは8日で放射能が半減（半減期）しますが、体の中から出るのにはICRPによれば日本人では35日という事です。やたらに不安がるのではなく「情報をつかみ判断する力を」<sup>5)</sup>つけるしかないのかもしれない。放射性物質のセシウム134は半減期2年ですがセシウム137は30年と長いものです。半減期の10倍の時間が経過すると放射能の強さは1000分の1程度になるとされています。

人類は世界平均で自然放射線により1人あたり、また1年あたりの平均で2.4ミリシーベルト（外部被曝量が約0.9ミリシーベルト、内部被曝量が約1.5ミリシーベルト）の被曝をしているとされ、放射線物質を含む資源が少ない日本では1人あたり1年あたりで平均1.5ミリシーベルトの被曝をされると言われています。

これは外部被曝量が約0.7ミリシーベルト、内部被曝量が約0.8ミリシーベルトを合計したものです。ウランやトリウムを多く含む岩石地帯であるブラジルのガラパリやインドのケララ地方で、年間10ミリシーベルト程度、また高度の高いアメリカのデンバーは年間4ミリシーベルトで住民は世界の平均よりも高い自然放射線を被曝しています。しかし、これら自然放射線量の多い地域と普通の地域で、がんなどによる死亡率の差はないとされています。

続いて「医療被曝」に触れます。震災直後は歯科矯正治療の為に側貌X線規格写真（ラテラルセファロ）を撮影に来られた小学生の患者さんから「今の撮影で、何マイクロシーベルト被曝したのですか？」などと尋ねられた事もあり、診断の為にされるX線撮影に関しても患者さんが非常に敏感になっていましたが今はまた以前に戻りつつあるようです。本来診断・治療の為に浴びる放射線（一般歯科医院ではX線ですが）は医療被曝とされ、前述した自然放射線や食物などから

## 放射線被ばくの早見図

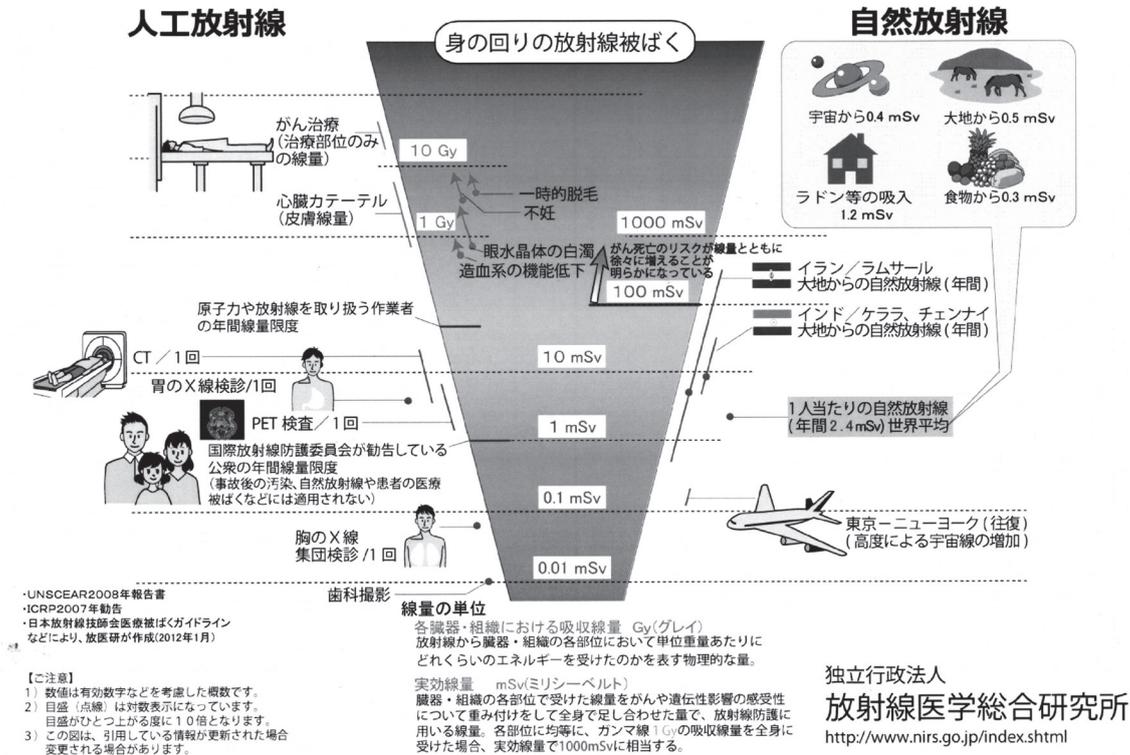


図1 放射線被曝  
Fig. 1 Radiation exposure



図2 全国自然放射線  
Fig. 2 Natural radiation in Japan

の体内被曝とは分類を異にするものなのですが、混同されているくらいがあります。

X線と放射線の関係についてですが、放射線のうちで物質を透過するときに原子や分子に衝突し、イオン化する能力のあるものを電離放射線といいます。この電離放射線は粒子線と電磁波に分けられます。このうちで電磁波は光の速度で伝わる波の事で、発生は原子核の周りを回っている軌道電子に高速の電子が衝突して弾きだされた軌道への外軌道電子の遷移によります。X線は1895年11月8日にドイツの物理学者レントゲン博士が発見し、発見者の名前からレントゲン線と呼ばれたこともある電磁波です。つまりX線は放射線の一種です。歯科医院で撮影するX線写真でも当然人体は放射線被曝をするわけです。しかし、被曝する部位は頭部のうちでも口腔領域が殆どで、体幹部の被曝は非常に少ないものです。人体への影響を示す実効線

量での値では口内法（デンタル）のX線撮影では、平均10マイクロシーベルト程度です。因みに全身のCT撮影では6.9ミリシーベルト被曝すると言われていません。

以前、歯科で撮影されるX線写真は放射線被曝が多いという報道がされた事がありました。これは、歯は硬い顎骨に植立し、その歯の中にある根管の状態を観察しようとするわけですから、肋骨しかなく残りは空気である胸部に比べるとX線量は多くなるかもしれませんが。「1日何枚までなら撮られても大丈夫ですか？」などという質問を時々受けます。歯科のX線撮影での被曝は皮膚表面の線量は高いと思われます。しかし、放射線によるリスク（危険度）の評価ではICRPが放射線に対する組織荷重係数（放射線を受けた組織・臓器により感受性が違う事を加味したもの）を0.01とし

ており、皮膚の放射線に対するリスクは肺や甲状腺などに比べて低いとされています。また、歯科のX線撮影において実際に皮膚が被曝する線量は0.3（ミリシーベルト程度で、皮膚全体から考えればわずかな部分の被曝です。したがって、放射線のリスクを評価する場合ICRPが勧告した実効線量の影響は低くなります。比較評価する場合は体の部位によって発ガンのリスクが違う事を考慮した実効線量を用いて行われるのが通常です。

デンタルX線撮影では、従来のX線フィルムを使用した場合で実効線量は1撮影あたり10マイクロシーベルトになるとされています。この放射線被曝によって悪性腫瘍、白血病または遺伝的影響の起こる頻度は1000万分の6ぐらいとされています。実際に、歯科X線撮影によってそのような障害が起こったという事は未だ確認されていません。放射線以外の要因での死亡すなわち食品や有害な大気、タバコでの発がんなどのリスクの方が高いと言えますし、交通事故により約1万人中1人（0.4%の確率）、たばこにより1万人中12人／年の割合で肺がんが起っており、それらに比べれば非常に小さいものです。

したがって、「1日に何枚までの撮影なら大丈夫か？」ということに対しての答えは何枚でも異常は起こりえないと言えます。前述のように日本の自然放射線は年間1.5ミリシーベルトですから、歯科のデンタルX線撮影を150枚程度行った場合の被曝と同等になります。実際にこのような撮影をする事は考えられません。また、リスクから考えた場合でも約150万分の1ですから、150万回の撮影でリスクが生じることになり、実際にはあり得ない事です。放射線は被曝すると蓄積していくかという事についてですが、歯科で行われるX線撮影による被曝で、放射線そのものが体内に蓄積することはありませんし、人体に影響が起こることはありません。ある程度以上の線量を被曝すると、前述したように体内を構成する細胞に影響が残ると言われていますが、低線量と言われる100ミリシーベルト以下の被曝では放射線によると思われる影響は起こっていません。また最初に出てきた年間1ミリシーベルトという値は、公衆の線量限度という値で、自然被曝と医療被曝を除いたものです。

JICD, 2012, Vol. 43, No. 1

現在歯科医院における放射線防護も要求が厳しくなり、X線撮影時の患者さんの防護について従来は歯科用X線フィルムを自分の手指で保持してもらっていたものが、フィルムの保持装置（フィルムホルダー等）を使用する事により手指の被曝を少なくするように、またデンタル撮影で比較的高線量を被曝する甲状腺には甲状腺用プロテクタを、また鉛の入ったエプロンを着用する事により体幹部の被曝を避ける工夫がされてきています。さらにX線フィルムも線量が少なくてすむ高感度のものが使用されるようになり、さらに最近ではデジタルX線撮影が普及しつつあるなど、被曝線量の低減が計られるようになってきています。

結論として、原発事故による低線量被曝で国民にどのような影響が出るかについては、長期に亘って観察していかなければなりません。正確な情報が提供され、そのデータを元にやたらに恐れる事はありませんが、「放射線は浴びなければ浴びない程いい」事は言うまでもないことです。

我々歯科医師が患者さんに放射線（殆どがX線）を被曝させていることは事実です。しかしこれは医療被曝であり、不要な被曝では決してないという事を理解し、患者さんに伝える必要があります。患者さんに対して無用な被曝をさせる事のないように配慮すべきなのは当然の事です。

#### 文 献

- 1) 市川定夫：放射線は微量でもあぶない—ムラサキツユクサの証言—, 日本消費者連盟, 1987.
  - 2) 中村仁信：低量放射線は怖くない, 遊タイム出版, 2011.
  - 3) 小出裕章, 黒部信一：原発・放射能 子どもが危ない, 文藝春秋, 2011.
  - 4) 土井雅広他：低線量放射線と健康影響, 医療科学社, 2007.
  - 5) 安斉育郎：安斉育郎のやさしい放射能教室, 合同出版, 2011.
  - 6) 岩井一男, 和光 衛, 橋本光二：もし患者さんから「放射線被曝」に関する質問を受けたら, DENTAL DIAMOND, 36(8)：152-157, 2011.
  - 7) 橋本光二, 丸橋一夫, 清水雅美：エックス線はこわくない！—なぜ歯医者さんでエックス線写真を撮るの？—, 口腔保健協会, 2007.
- \*参考Webサイト  
 ・放射線医学総合研究所 <http://www.nirs.go.jp/>  
 ・文部科学省ホームページ <http://www.mext.go.jp>

## The Radiation Exposure by the Nuclear Power Plant Accident in Japan

*Nihon University School of Dentistry  
Department of Oral and Maxillofacial Radiology*

Koji HASHIMOTO

The unprecedented earthquake which Japan covered up and the damages of the tsunami occurred March 11th, 2011. Also there has been the radiation problem by outer and internal exposure by the accident at the first Fukushima nuclear power plant which continues at present. There are still many problems which Refugees living around the nuclear power plant to safety area, pollution of soil and foods by radiation, the influence to human body especially children. It has brought anxiety and there has been any idea for settlement even if now.

Therefore, the influence of the low dose exposure to human body, the internal exposure and external exposure such as the back-ground-radiation and also the medical exposure which dentists concern at the dental clinic are described.

**Key words :** Radiation Exposure, Influence of Radiation Exposure, Low Dose Exposure, Terrestrial and Internal Deposited Radiation, Medical Exposure