

## 第十回名田庄多聞の会 放射線と人間

早川 時間になりましたので、ただ今より第十回名田庄多聞の会を開催致します。本日は大分県立大学看護科学大学・人間科学講座環境保健学研究室の甲斐倫明先生に来て頂きました。先生とは私がまだ現役の頃、放射線防護を主として扱う保健物理学会という学会で一緒に仕事をすることがあり、多聞の会で話してもらえないか頼んだところ、快く引き受けて頂きました。先生は放射線防護に関する国際的な委員会(ICRP)の委員や国内の基準を策定する委員会のメンバーであり、とてもお忙しい方です。昨日まで大阪で開かれていた学会に出席されていて、そのついでにこちらまでお越しいただいた次第です。三時前にはここを出て大分まで帰られますので、いつもと違って、一時間講演の後質疑応答に入るのではなく、途中で適当なときに区切って質問を受けるとおっしゃっておられますので、どうか適宜、いい機会ですのでなんでも質問して下さい。それでは甲斐先生お願い致します。

甲斐 紹介して頂きました甲斐です。本日は名田庄多聞の会に喚んで頂きありがとうございます。放射線と人間について、最新の知識を加えて、できるだけ分かりやすく説明したいと思っています。

このスライドは二〇〇三年の国政モニター調査によるものですが、発がんの可能性が高いと感じる要因はなにかという問いに七十七パーセントの人が食品添加物と答えています。その次が七十パーセントで放射線になっています。皆様もこのように感じられているのではないかと思います。その真偽についてこれからおおい説明していきます。これは四年前の二月に読売新聞の第二面に載った記事

のコピーですが、「国内のがん発症率 三二パーセント、放射線診断が原因か」と大きく出ています。この記事を読んで放射線診断を受けたくないという患者さんが出てきて困ったとお医者さんが言っておられたのを覚えています。この三二パーセントについてもあとで詳しく説明します。

### 放射線、放射能、放射性元素

それでは「放射線」とは何かということに移ります。

この写真をごらん下さい。ああ、手のレントゲン写真だと誰でもおわかりになると思います。指輪も写っています。説明にあるように、これは一八九五年、今から一〇〇年以上前に撮った写真で、ベルタ・レントゲンはレントゲンの奥さんです。今ではこのような写真を見ても誰もなんとも思いませんが当時は非常に不思議なものとして、衣服の上から体も透けて見えるようになるのではないかと心配する人もいたほどです。レントゲンを取るとか言われますが、学術的にはこれはX線です。当時正体が分からなかったからX線と名付けられました。レントゲンがこのX線を発見したのは偶然でした。レントゲンは真空管に高電圧を掛ける実験をしていた時に、真空管を厚紙で覆っているにも関わらず、蛍光紙が明るく光ることに気づきました。なにか、分厚い紙を通過してくるものがあることに気づきました。千頁もある本でも止めることができないものでした。医学に利用できることは直ぐ分かり、当時飛行機が一般的な交通手段でない時だったにもかかわらず、レントゲン写真は数年のうちに世界に広がって行きました。

これは同じような感じの写真ですが、X線写真ではありません。ホウレンソウや三つ葉やアジサイの葉脈がきれいに出ていますが、これは葉っぱに印画紙を密

着させて、自然放射線が非常に低い場所、金沢大学の低レベル放射能実験施設のトンネル内ですが、そこに長時間置いたときにできた写真で、これらの植物から放射線が出ていることを示しています。この放射線のもとには植物に含まれているカリウム四十という天然の放射線物質です。普通のカリウムの中に一万分の一ほどこの放射線を出すカリウムがあります。

このスライドは放射線には、粒子放射線と電磁放射線とがあることを示したものです。粒子放射線であるベータ線やアルファ線は、原子の中から出てくる小さな粒です。出てくるのが放射線で、このような粒を出すことができる性質を持ったもの。原子を放射能がある原子というので、放射線と放射能とはまったく別の事柄です。蛍光灯を消すと光がなくなるように、放射線を出すもとなくせば、つまり放射能を持った物質を取り去れば、放射線は消えます。もとなくなるのですから。これはX線についても同じで、X線を出す装置のスイッチを切ればX線は消えます。この区別は大学生でも正確に理解していないようです。

このスライドはCTスキャンの図ですが、X線を出す装置とそれを受けて測定する装置が直線上にあつて、それらが患者のまわりを一回転して人体を輪切りにした写真が撮れるというものです。これはすごい技術で、この原理を開発した人はノーベル賞をもらっています。MRIもノーベル賞を取っていますが、あれはX線ではありません。

それではここで最初の質問を受けます。

**参加者 A** CT検査のほかに、現在ではMRIあるいは超音波、あるいは内視鏡を使うなど色々あるんですが、この二ついう時代になってきましてもやはりこの、放射

線を使った、いわゆるX線撮影が必要と思われませんか。それとも今後の傾向として、いや、この二ついうふうなものじゃなくて、先ほど申しましたあとの検査方法に進んでいくというふうなことをお考えになりますか。

**甲斐** まずその放射線に代わる検査法はないかということに関しては、すべてが今の放射線の代わりに置き換わるとは考えられない。放射線は放射線の検査の特徴をもっています。特にCTというのは、今非常に画期的な技術ですので、今ほとんどCTに置き換わっているのです。むしろ、普通の撮影、普通のフィルムで撮影するような検査が、CTでおきかわろうとしているんですね。

ま、それがすべていいかどうかは別にして、医療の中では、CTを使った方がより身体の中を精密に描くことができますので、色んな病気の発見が、より容易になると、そういうふうには、段々医療の方々が考えているわけですね。ですから、他のものに置き換わるといことは今は考えられないということですね。むしろ、放射線の方が、段々利用されている。より病気を発見するために、役に立つように利用すると考える傾向の方が現在が多いと思います。

こういう答えでもよろしいでしょうか。もうちょっとなんか納得できなければ、あの、なんか疑問をおもちでしょうか、それに対して。つまり、放射線を使わなくて済むほうがいいんじゃないかということでしょうか。

**参加者 A** そういうことです。

**甲斐** あー、それは結局、放射線は怖いものだというイメージがあるからでしょうかね。

**参加者 A** そうです。

**甲斐** はい、そこはもう、後から話をしていきたいと思えますけれども。影響の話は今からしていきたいと思えます。まずは、放射線そのもののイメージという

事でお話していきたいので。

**参加者 B** あの一、ほんとに分からないので。さっき、放射線を大きく二つに分けて、そのひとつに粒子放射線というのをいわれましたが、それは、例えば、コバルトとか、ウランとかカリウムとかそういう……

**甲斐** コバルトとか、ウランとかカリウムは元素です。ですから先ほど言いましたように、放射線を出すもの、そのような元素から放射線が出てくる。

**参加者 B** それが粒子の放射線ですか。

**甲斐** そうですね。そういう中には、実は両方あって、コバルトとかカリウムを出す放射線の中には、そういう粒子の放射線と、X線、ガンマ線みたいな電磁放射線とがあります。

**参加者 B** そう、そうですね。

**甲斐** いろいろあるんです。だから細かいこと言いますと、いろいろ出てくるんですよ。大事なことは、元素から、出てくるということですね。

もう一つのX線みたいなのは元素からじゃなくて、電気エネルギーを使って放出されます。原子には電子があるんですけど、原子核のそのまわりを飛んでいる。原子のレベルでのエネルギー変化、原子レベルでのエネルギーのロスがX線となつて放出されます。だから、X線は元素ではなく、電気エネルギーを使って原子レベルから出てくるものです。

**参加者 B** ああ、どちらも、元つていうのは、その……

**甲斐** 元つていうのは、全部原子レベル。大事なことは原子レベルですね。それでX線とはさっき言った電波、テレビやラジオの電波と同じ仲間で、じゃ何が違うかという、波長が違うだけなんです。その、例えば、携帯電話のマイクロウェーブだと、数センチか十センチぐらいの波長をもっているわけなんですけれど

も……、

**参加者 B** FMとAMの違いのような感じなんです。

**甲斐** X線は波長が原子レベルなんです。原子レベルの波長だからこそ、逆に原子の中を通り抜けていくだけのエネルギーを持っているんですね。波長が短いほどエネルギーが大きくなるんですね。だからまったく物理的にはおなじものなんだけれど、波長が違うんですね。X線も、携帯電話の電波も、テレビの電波も、ラジオの電波も、全部、物理的には同じ電磁波なんです。だから、違うのは、エネルギーが違うことです。

一番私たちが出会う放射線としては、病気のときのX線ですよ、CTもX線です。X線以外に、放射性同位元素が利用されています。放射性同位元素は医療ではアイソトープとよびます。それが出す放射線を利用します。先ほど、コバルトの話がありました。が、むかし医療でもアイソトープを治療に使ってたりしていました。最近では、核医学検査で、テクネチウムと呼ばれる放射性同位元素が使われています。放射性を出す元素、それを血液の中に入れて、それで放射線を出す元素が身体の中に入って身体の中を巡る。そこから放射線が出ていますから、それでもつて、身体の中の状態を調べるといって、そういう検査が核医学検査なんです。さっき身体の中にカリウムがあると言いましたが、カリウムもカリウムという元素で、そこから放射線が出ているんですね。もちろん放射線を出す元素のカリウムと、出さないカリウムがあります。だから全部が出すわけではありません。出すものと出さないものがあります。

**参加者 B** 先ほどの話にあつた、大学生の質問のなかで、X線はどこにいったんやという……

**甲斐** そうなんです、X線はどこにいったかという質問です。

参加者B あの一、世の中でいえば、残留の、例えば体内に放射線が残るとか  
いう言い方するでしょう。いいですよ。

甲斐 はい、それは身体の中に残るってのは、放射性同位元素、つまり元素が残る  
ということですよ。

参加者B ああ、元素が残る…

甲斐 そうです。元素が放射線を出しています。われわれは先ほど説明したよ  
うにカリウムが身体の中に常にある。食べ物を通して、取り込んでいます。また、  
カリウムは糞や尿で出て行きます。でも食べ物をもた撮りますから、ほぼ、同じ  
状態のカリウムが身体の中にあるわけですね。残るっていうのはそういう意味で  
す。ですからイメージとしては、放射線を出す元素とそこから出ている放射線  
と、X線みたいにX線発生装置から出る放射線との区別を分かっていたかどうかとい  
いかと思います。

### 放射線影響の歴史の変遷

甲斐 じゃあ、次にいききたいと思います。放射線の影響の話をしていききたいと思  
います。まず影響の話をするためには、やっぱり少し歴史的なものを話したほう  
が、順序としては、分かりやすいので、歴史的なものからお話します。先ほど、レ  
ントゲン博士がX線を発見したことを言いましたが、今から百年以上前ですが、  
そのあと、すぐ、放射線は医学利用されるわけです。つまり先ほどのような写  
真を見て、ああ、これはなんか医学に利用できるなあと考えたわけですね、お医  
者さんたちが。だから瞬く間に、世界中にX線装置は広がったんですね。あの当  
時まだ一八九五年なんかまだ飛行機飛んでいません。飛行機の無い時代です。

なのにもう一年後二年後には世界中でX線が使われたんです。そうすると、な  
にが起きたかという。いや、物事って、いい面ばかりじゃないですよ、やっ  
ぱし。放射線障害が発生したんですね。放射線障害でも、どんな障害かといいま  
すと、急性障害、要するに皮膚の障害ですね。皮膚の障害だと、すぐ見えます  
よね。ああ、皮膚がおかしくなった、赤くなったと。例えば火傷してもすぐにへん  
な変化はないですよ。段々ほっておくと、水ぶくれになってきますよね。段々  
時間を置いておくと、段々段々おかしいなという形で、皮膚の障害が発見され  
るわけなんですね。これがX線による障害として、段々分かってきました。

だからそうすると、当然何を考えるかというと、皮膚に障害が出ないように  
しようと考えますよね。それが、放射線防護の誕生になります。医学はやつぱ  
り便利な放射線を利用したいと考えるわけです。一方で皮膚障害は出ちゃこま  
るなど。そうすると皮膚障害が出ないように使おう。注意して使おうと。注意  
して使うには、どうしたら、どういうふうにして使えば、その障害が出ないのか  
ということが、まず、関心を持つことになる。それで放射線防護という学問が生  
まれてきました。これである程度、急性皮膚障害みたいなものは、段々なくなっ  
ていきます。事故のような特殊な状況以外では出なくなっていくます。注意して  
使うから。当初は注意して使わないから、障害が出たわけです。

で、ここで皆さんご存知の一九四五年には広島と長崎に原爆が投下されて、  
新たな時代を迎えます。新たな時代っていうのは何かといいますと、原子力。放  
射線をいろんなものに拡大していこうという、いわゆる原子力産業の時代に入っ  
たわけです。それまでは、アメリカやソ連で核兵器の軍事利用をしていましたが、  
アメリカのアイゼンハワー大統領が、平和に利用していかないとけないというこ  
とで、原子力産業というのが広まっていきます。従来どおりの医療もどんどん拡

大していきます。もちろん急性障害が起きちゃいけませんから、こういう障害が起きないような注意深い使い方が国際的にはこうしなさいといった勧告がされたわけです。

しかしここで問題になってきたのは、注意して使っていた人たち、特にあの一番使うのは放射線科のお医者さんだったんですね、だから放射線科のお医者さんの中から、白血病が少し増えているということがわかってきます。つまり、皮膚障害みたいのは出てないのに、白血病、血液のがんですけれども、その白血病が増えていることが分かってきた。更には原爆の原爆被ばく者の人たちにも、白血病が増えてきたということがわかってきて、どうも放射線は、皮膚障害や、そういう急性障害だけではなくて、時間がたつて出てくる、晩発影響っていうんですけど、二年とか五年とか十年とか、そういう、時間を経過して出てくる影響があるんだなということが分かって来るんです。それを今後は注目しなきゃいけないと、健康影響としては、もう皮膚障害なんか出ないんだから、今度は白血病を出ないように、注意して使わなきゃいけないなど。ということ、次の放射線防護はどうやっていいかと。どうやって使えば、そういったものが出なくなるんだらうかと。そういう、放射線安全の技術や考え方が、発展して行くことになります。それが放射線防護の歴史です。

### 放射線影響の分類

これは教科書的で恐縮なんですけれども、皮膚障害みたいな、早く出てくる影響ですね、それと、白血病みたいながん、遅く出てくる影響。直ぐに出るとか遅く出るとか、時期による分けかたもあるんですけれども、いま一番ここで強調し

なきゃいけないのは、線量による分け方です。線量という言葉は今日は詳しく話しません、放射線の量と考えてください。その放射線の量が多いとどんな影響が出て、少ないとどんな影響が出るか、という事になるわけです。

まず、多いとどんな影響が出るか。先ほど、歴史的に見た時に、皮膚障害が出ると思いました。あの当時は沢山被ばくしたわけです。量が非常に多かったです。量が非常に多いと、出てくる影響、これを確定的影響と、まあ名前はどうでもいいです。要するに、量が多いと出てくる影響があると。これは、閾値があるんですね。閾値があるってことは、あるレベル以上被ばくしないとその障害が出てこない。皮膚の紅斑とか、毛が抜けたりするだとか、赤ちゃんの奇形とかそういうのはすべて閾値がありますから、そのレベル以上被ばくしなければ、まったく問題が無いということになります。当初は、さっき言いました歴史的には、こういう影響を防ぐために閾値を探して、その閾値を超えないように、安全に使えば大丈夫だろうという時代が最初にあったんですね。

でもそれだけではどうも、さっきの晩発影響みたいな、白血病みたいなものは、防げるのだらうかという疑問が出てきたわけです。白血病などを防ぐには、どうしたらいいのだらうかと国際的に考えました。

確定的影響と同じように、どこかに閾値があるんじゃないかと考えました。これ以下だったら影響が出ないのではないかと。当初は白血病についても恐らく閾値はあるだろうと考えました。しかし、できるだけ被ばくをしないほうがいいかと、考えたんですね。ではなぜそう考えたかと言いますと、なかなか閾値の情報もたくさんありませんし、それから原子力だとか医療利用が拡大してきますので、ここは、なるべく、慎重にやろうと。注意深くやろうと、閾値は無いものと考えました。閾値が無いと仮定したわけですから、少しでも被ばくすると影響が

あるという前提で対策を考えることになります。本当に影響があるという意味じゃなくて、影響があると考えて、なるべく慎重に使うと、実はそういう考え方をとったんですね。この考え方は、非常に先進的な考え方でした。だけどこの考え方が逆に誤解を生んでしまつて、放射線はちよつとも微量でも危険らしいよと。実はそうなつてしまいます。

### 放射線影響の研究・身体的影響

非常に慎重に使うべきだという考え方が生まれました。でもそれが逆に仇になつてしまいます。放射線は怖いものだよという。でも本当に防護としては非常に慎重に進めてきました。こういう考え方をしているのは確率的影響のなんとか遺伝的影響です。先ほどの、皮膚の紅斑とか、脱毛とか奇形と言ったものは閾値がある。ある線量を超えたら段々増えてくる。この図の縦軸は、同じ線量を被ばくしたら、百人のうち何人に影響が出るか、つまり何パーセントが放射線の影響で不妊や奇形や脱毛や白内障になるかという割合です。この辺まで行くと百パーセント。百人中一人の影響の出始めるところを閾値することに決めていきます。

で、これはなぜこうなるかというと、個人差なんです。同じ量を被ばくしても、影響は出る人もいるし、出ない人もいるんですから、ただ、ある量を被ばくすると、もう、皆が影響出ちゃうわけなんです。こういうものを確定的影響と言っているわけですけども、こういうものはいずれにしても、閾値を超えないようにすれば、影響は出ないわけです。

ちなみに、奇形と言うのは、非常に注目をされるわけですが、例えば、女性の

方が病院にいつて、X線検査をすると非常に不安になります。自分の赤ちゃんが被ばくをして奇形になるのではないかと。奇形の閾値は、約百ミリグレイ。ちよつと単位が出て来て恐縮ですけども、百ミリグレイを超えなければ、奇形の可能性がないつていうことが分かっていますので、通常の、病院で受ける検査では、こういうことはまず起きません。起きないんですけれども、お医者さんによつては、線量のことがかつてないために、中絶を勧めましたつたり、ということでは間違つた判断をしてしまつたりすることがあります。だから、放射線というのはなんかも微量でも怖いものだつていう先入観が入り込んだもんですから、なかなかそこからぬけられなくて、赤ちゃんに奇形が出てくる可能性をために、中絶した方がいいと判断をしてしまつたりすることがあります。これは間違つた判断だということが国際的にも認められています。これは比較的、話は簡単で、いずれもそういう線量を被ばくしないようにすればいいんです。全く問題ない。だから通常は病院に於いても起きない。一方、原子力施設に於いても、法律的にこれは超えちゃいけないように管理されていますから、通常は法律に従っているかぎりには、確定的影響は起きないわけです。

### 放射線影響の研究・遺伝的影響

もうひとつは、今度は、閾値は無いと考えている確率的影響(かんと遺伝的影響)は、じゃあどこまで被ばくしたら大丈夫なのという疑問が出てくるわけですね。これは難しいところなんです。ここを今からお話していきます。じゃあ、こういうことを判断するデータはどこにあるのか。がんや遺伝的影響について私たちが得ている情報ですね。情報のひとつは、原爆被爆生存者の健康影響調査か

からです。一九四五年に広島長崎に原爆が投下されて、一九五〇年、五年後に、ABCCTというアメリカの機関が広島長崎に設置され、その後、「放射線影響研究所」と言われる日本とアメリカの共同の研究所になりましたが、そこがずっとその被ばく者の人たちの健康調査を続けています。一九五〇年からですから、もう六〇年近くも追跡調査をしています。このデータは世界的にも、大きな疫学調査です。―疫学調査って人を対象とした調査のことです。―

これ以外にも、レントゲンが発見されて以来、放射線がいろんなふうにご利用されてきましたので、医療利用にもなつて健康影響が出て来ているものもありますので、そういう調査が行なわれてきました。それと、職業被ばく、例えば原子力産業で働いていた人たちに悪い影響が出てないのかと、そういう事も調査がされております。もちろんこれ以外に、いろんな生物研究ですね、メカニズム、放射線によってどんなことが起きるんだろうかという、生物研究も沢山されてきました。だからこういうデータが、私たちに、放射線がどのくらい当たったら、どんな影響がでるのだという基礎になっています。情報源になっています。多い線量だとさつきいったような色々な影響がでてるんだけど、少ない線量だと問題になるのは、がんと遺伝的影響です。

じゃあがんはなぜ生じるのか。放射線だけががんが出来るわけじゃないんですね。例えば、放射線に被ばくしなくても、私たちはいろんながんで亡くなるわけですね。そういう、「自然発がん」ってスライドには書いてありますけれど、要するに放射線、被ばくをしなくてもがんができる。その中には肺がんだったり、胃がんであったり、乳がんだったりします。こういう、放射線を被ばくしなくても出るがんが、放射線に被ばくすることで増えるということがわかっています。これは、原爆被ばく者で分かっています。だから、放射線特有のがんが出てくるわけ

ではない。普通に出ているがんが増えてくる。それと、放射線に照射した部位、たとえば、足だけ検査して足だけ被ばくして、体の他の部分、肺とか、胃だとかから病気が出てくるというわけではない。放射線に被ばくした部位に影響がでてくる。出るとすれば、ですね。それから、潜伏期が存在する。自分が被ばくをして一カ月後に悪い病気が出てきたとしても、それは少ない放射線が原因とは考えられない。つまり放射線に被ばくしてからがんが出てくるまでには、最低でも二年以上かかる。だから数ヶ月一年以内に出てくると、それは放射線とは関係がないんじゃないですか、つてなるんです。潜伏期が存在することが分かっているからです。

#### 原爆被ばく者の健康影響調査

私たちがどこからこういう放射線の健康影響に対する知識を得ているかと言うと、重要なデータがこの原爆被爆者の調査です。原爆被爆者について少し、数値が一杯出てきますけれども、ここはぜひ辛抱して、聞いていただきたいと思えます。それはなぜかといいますと、結局、量が問題だからです。放射線の量が問題なんです。放射線を浴びればすぐ何か問題が起きるわけではなくて、どのくらい浴びたら、どのくらい影響が出てくると考えたらいいか。被ばく量が問題だということですね。

この図は、論文から引用したので横文字があつて恐縮なんですけれども、この横軸の最初のゼロ、これは被ばくしていないことを示しています。シーベルトというのは放射線の量を示す単位で、それがゼロから始まっています。縦軸は被ばくをしない人を一としたときに、放射線を浴びることで被ばくしない人に比べて何倍

の影響が出るかという値です。〇は一シーベルト、〇・五は二シーベルト。ちなみに数シーベルトで結構高い線量なんです、必ずしも死に至りません。急性障害では死にはしません。で、こうやって見ていきますと、浴びた放射線の量と、その影響との関係はほぼ直線的ですよ。ですからこれをもって、放射線というのはやはり、微量でも、それなりに量に応じて、影響が出てくるわけなのかなあと思うわけなんです。

この図は、〇シーベルトから、〇・五シーベルトのところを拡大したものです。直線はこうきていますが、実際の点はばらついています。このばらついた点を当てはめたら色々な曲線が得られるけれども、直線がもともとの傾向を表していると考えerわけです。〇〇で、大事なことは二つあります。ひとつは、まず段々線量が少なくなってくると、つまり、被ばくの線量が少なくなってくると、当然〇〇に近づいてきます。一・一〇に近づくとこれは影響がなくなると言うことですが、横軸の〇・一〇の直ぐ上に線が引いてあります。これは何かと言いますと、実はさっき、一・一〇が被ばくをしてない人といましたけれども、この横軸の線と一・一〇の間は、被ばくによる影響があるのか、あるいは無いのかはつきりと分からない範囲であることを示しています。例えばさいころを十回転がしても、一が一回しか出なかつたり、一が二回出たりする。そういうばらつきがあるわけなんです、統計的には。つまり〇〇の、範囲と言っているのは、こういうばらつきの範囲なんです。つまりばらつくということは、放射線以外のいろんなものの要因が、効いているために、個人差であったり、または生活習慣が違うとか、いろんなものが関係していて、こういうばらつきが存在しています。つまりこういうふう高い線量では確かに放射線の影響が見えていたのですが、段々少ない線量になつてくると、特に〇・一シーベルト以下になつてくると、この変動の中に隠れてしまつて

放射線の影響が見つけられないんです。つまり見えないんです。原爆被爆者についてですけども、見えないんです。統計的に増えているように見えないんです。ばらついているわけなんです。これが一つ大事なんです。

もうひとつは何かというところ、この一・一とか、一・二は被ばくによる影響があることを示していると言いましたが、この一・一とか、一・二が大きいのかそうでないのかよく分からないですよ。タバコをされる方には大変恐縮ですが、タバコは身近だから、例として出すんですけども、タバコによる影響はどうだろうか。タバコを吸わない人よりはタバコを吸う人は、どれくらいがんのリスクが高いのだろうか、見てみましょうか。タバコを吸わない人を基準にしてこのような人のリスクを一とします。一日一箱を一九年間吸い続けた人は、だいたい三か四倍もリスクがある。二〇年から三九年吸い続けると、一〇倍から二〇倍になる。吸わない人に比べて、一〇倍から二〇倍、肺がんの出る頻度が多くなるわけです。

放射線の一シーベルトはかなり高い量です、普通では考えられない量なんですけれども、これでも放射線被ばくしない人に比べて一・五倍です。さっきのタバコでは十倍です。こうやって見ると、大体その、大きさがわかりますね。どの程度がんになりやすいかという。そういう意味では、放射線は安全か否かというのとは別に、放射線による影響というのは、タバコに比べると、そんなに強いものではないですね。だから、こういう話を聞くと、タバコを注意した方が良いことがわかりますね。(笑) これは間違いないことですね。皆さんの中にはタバコを吸う方もいるかと思いますが、最近こそタバコは厳しいですが、まずタバコのリスクを知っていて欲しい。

## 生涯発がんリスク

放射線の影響は年齢によって違うんですね、被ばくした年齢ですね。若い人ほど、高くなるんですね。この表は〇・一シーベルト被ばくした人が、一生においてがんが発生するリスクがどれくらいか、まったく放射線を浴びない場合と比べて示してあります。実は十歳の人は被ばくをしなくても生涯にがんになる確率が三十パーセントくらいあるわけなんです。三人に一人はがんで亡くなるわけなんです。これは統計的にそうなっているんです。別に、特別なことしているわけじゃなくて、この十歳のこの人が、もし〇・一という量の被ばくをしたら、二パーセントくらい増えるわけなんです。つまり、三十パーセントのところ三十パーセントになるわけなんです。だからこれを大きいと見るか小さいと見るか、皆さん考えてみるといいんですけれども、五十歳のみなさん。ここにいます皆さん五十歳の人もいるかもしれないですけども、五十歳まで生きてきていますので、この十歳よりがんになる確率は減るんですけども、がんの確率が二十パーセントくらいですね。この年齢の人が放射線によるがんになる確率は〇・二パーセント。だから一〇〇人のうちなにもないのがんになるひとが二〇人いて、それに放射線を浴びることで〇・三人増える、全体で二〇・三人にがんが発生する。〇・一シーベルトというのはそんなに少ない量じゃありません。〇・一という被ばくをした場合、こうやって見ると、五十歳以上の人は、〇・一以下の線量というのは、そう怖がっちゃいけないことが分かるんです。しかし、十歳の若い人は比較的、二十が三十二になると、少しは気をつけたほうがいいという事になります。そういうことで放射線被ばくによる影響は年齢によつてやっぱり違う。若い人のほうが、影響が大きい可能性があるという事がまずひとつですね。

### 喫煙をやめた人の肺がんリスク

で、タバコひとつ安心することがあるんですね。早く止めた方がどんどんリスクが下がっていくんです。タバコを止めた方がいいんです。で、先ほど二〇年以上吸い続けた人はだいたい十を超えていたんですけども、止めてから九年以内だと、まあ七、八倍なんです。この凶の真ん中がやめてから十年から十九年なんです。五以下になる。タバコを止めてから二十年以上たつと、肺がんになるリスクはもう、タバコを吸わない人と同じくらいに戻っちゃうんです。早くやめた方がいい。二十年以上たつと、もうこんなになくなってしまふ。そういうことも分かっています。こういうのは、厚生労働省の大きな研究で、ちゃんとした学術雑誌に出されている研究成果です。

こういうふうには、放射線の健康影響というのは、主に原爆被ばく者のデータを基礎に得ているわけなんです。被ばくした量とその影響とは、ここにあって、比較的直線関係にあるので、やっぱりこの線量に応じて、低いところでも、やっぱがんになってしまふと思えますが、その可能性は他の影響よりも小さいという事が言える。他の影響のほうが大きい。じゃ、ほかの影響とはなんだろうかっていうと、それはまたあとでお話します。

### 環境タバコ煙

それから、タバコはいま吸う方だけをいまお話したんですけども、実は吸わない方もタバコの煙を吸ってしまうわけですね。それは人がタバコをすっていると、

例えばお父さんが吸つてると、奥さんはタバコを吸わないのにお父さんが吸つてるタバコの煙を吸つてしまう。私の父も昔タバコを吸っていて、もう亡くなりましてたけれども。タバコはお父さんが吸つてると、社会のどこかで当たり前のものとして受け入れられてきた。今国際的にはこの煙は発がん物質として認定されています。日本語に訳すと環境タバコ煙といいます。WHO、世界保健機関は、タバコ煙は発がん性物質と認定しているんです。じゃあどのぐらいの発がん性かということ、先ほどのタバコを吸っている人ほどではないですけども、例えば家庭で夫がタバコをすっている疫学的な調査から、タバコを吸わない人でも、こういう環境タバコ煙によつて、肺がんが二十、三十パーセント増加するというのが分かつています。二十、三十パーセントの増加は、放射線というところ、〇・三シーベルト被ばくすることにあたります。普通こんなには絶対被ばくしません。〇・三シーベルトなんて。今私たちが医療で被ばくしたり原子力発電所で被ばくしたりするのはこんなところなんです。この図の〇・一の十分の一以下のところなんです。もう〇に近いところなんです。この辺なわけなんです。この辺の、もう〇に近いところの線量の影響を議論しているわけです。

タバコの間接喫煙で、一・二の影響があると言うのは、放射線と言うところの辺のおよそ考えられないような被ばくに相当するわけです。だからそれぐらい実はタバコで言うのは、私たちががんの原因としては大きいと言うことが分かっています。だからタバコがもしこの世の中から消えたら、がんが三〇パーセント減ると言われています。この世の中から放射線が消えたら、がんの減少はあまり変わりません。残念だけれども、減らないんですね。これシヨッキングなことですね。これは、がん研究者たちの意見で、多くの学者たちの結論です。だからといって、放射線は、どうあつてもいいという意味じゃない。あくまで放射線の影響の大き

さをまず知つてほしいために説明しました。

ここで、これまでの話をまとめると、まず、放射線の健康影響については、原爆を中心にお話して、被ばくの線量、量に応じて確率が上がつてくるということ、しかしその量が段々下がつてくるとその量に応じて影響も下がつてくるので、可能性としては、他の影響の方が大きくなってくる。放射線の影響は、それより小さくなってくるというお話をしました。

ここまでで、色々疑問とか出てきたんじゃないですかね。いかがでしょうか。

#### 内部被ばくと外部被ばく

**参加者 A** 今、被ばくのことをお聞きしたんですが、外部から受ける外部被ばくとね、えーと内部被ばくとあるわけですけども、それを比較した場合に、同じ線量を受けた場合にどうなるのか。

**甲斐** 内部被ばくの方は少ずつ被ばくをします。例えばプルトニウムとか、ストロンチウムとか、あるいは原子力発電所から出てくるそういう放射線同位元素を、もし身体の中に取り込んだら、少ずつ被ばくをするわけなんです。で一方、外部被ばくだといっぺんに被ばくするんですね。外部被ばくの一回で被ばくすると、身体の中に入った放射性同位元素から身体の中でずっと放射線が出ているわけなんです。従つて長い期間にわたつて被ばくをする内部被ばくを比べると、全体でその量が同じであれば、一回に短時間に被ばくするものと、長い期間にわたつて被ばくするもの、どちらが影響が大きいかと言つと、一回で被ばくした方が影響が大きい。これは生物学的な実験では分かつてわかつてきています。ただ、人のデータではそこまできちんとしたものは出て来ていませんが、

通常。放射線防護では、トータルの線量が同じであれば、内部被ばくでも外部被ばくでも同じと言おうふうに考えています。ただ、心理的には内部被ばくは嫌ですよね、気持ちの面では。X線だと、ぱつという瞬間に消えてしまいますからねえ。だけどそういう放射性物質だと身体の中に残っていると、身体の中に放射性物質ありますねって言われたら、えーって、なんか嫌だなあつてなりません。(笑い) 心理的に嫌なんです。けどよく考えて見ると、われわれ身体の中にカリウムという天然の放射性物質を持っている。そう考えると、ああ、あとは量の問題なんだなあと。いくらのくらい被ばくしているのかなと、やっぱ量を考えなきゃいけないですね。心理的には確かに嫌なんですけれども。

タバコの話と原爆の話比べて、どうも不謹慎な面もあるんですけども、あくまでリスクの大きさを知ってほしかっただけなんです。量が大事だということ話したかったんですけれどね。

**参加者C** その量は簡単に測ることが出来んですか？

**甲斐** 線量って言うのですけれど、そういうのは身体の中のものだったら、身体の中に放射性物質がどのくらいあるかっていうのを測ることは出来ます。そういう装置があります。それでもって身体の中にある量を調べて、どのくらい被ばくをしているかっていうのも推定ができます。だから放射線っていうのは、逆に言えば非常に便利なんですね。放射線って測定しやすいものですから、それでもって被ばく線量っていうのをきちんと推定、計算したり測定したりすることが出来るんですね。そういう意味では、他の食品添加物、化学物質みたいなものよりは、把握しやすい、量を把握しやすいですね。食品添加物の場合、どのくらい摂ったかって、分かりにくいですよ。それはもうなかなか難しいんですけども、放射線の方がまだちゃんと放射線を出してくれていますから、それを測ることで

どのくらいの量があるかっていうのが分かりますので。そういう点ではまず量を測れば、まず安心する。被ばく線量を測れば安心できます。

**参加者C** そういう装置は病院にあるのですか。

**甲斐** 身体の外から飛んでくる放射線なら、身体に測定装置を付けなくても、例えばレントゲン検査ならどれくらい被ばくするか、あらかじめ測定したりするわけなんですよ。また、例えばCTだとどれくらいの線量になるとか。人間に似せた人形を使ったりして、被ばく線量を推定したりするわけなんです。ですからその検査をすればどのくらい被ばくをするかっていうことは、その度に測定しなくても分かるわけです。ですから、そういう意味で、計算したり測定したりすることで、線量を把握できます。

身体の中に入ってきたものについては、例えば原子力発電所が事故を起こしたことを想定して防災訓練なんかやりますでしょう、そのときにそういう身体の中に入ったものを測定するホールボディモニターという装置を使って測定する訓練なんかをやっています。もし原子力発電所で事故が起きた時に、どのくらい身体の中に汚染物質が入ったかと、そういう事を測る装置です。

**早川** 現役の頃の仕事と関係するので少し補足しますと、大飯町、高浜町、美浜町、敦賀市、全部にそういうのが置いてあるんです。原子力発電で事故が起こった場合、今の放射性元素の広がり方はどうか、放射線の強さはこれくらいだから、このような行動をすべきだとか、そういう事故対策の計画を立てる施設が各市町にあつて、そこにはそういう装置が置いてあつて、皆が逃げてきたら、あるいは測定に行った人が帰ってきたら、身体の中に放射性元素が入っていないかどうか、測定することになっています。

**甲斐** だから、万が一事故が起きた場合、身体に放射性物質が入ったかどうか

不安になりますよね。大丈夫かしら、と。ですから、そういうものを使って、測ってもらって、いくらあるのかと、ああそういう量だったら、そしてそれがかなり量が多ければ、身体から放射性物質を排出させる方法を探ったり、それは入ったものにもよりますが、完全には取れないが、すこしでも排出されるような手段をとったりすることは可能です……。

**参加者C** それはいわゆるヨウ素とかですか。

**甲斐** そうです。ヨウ素は、甲状腺に入らないようにするわけなんです。プロックしちゃうんです。だからヨウ素剤でなくても、要するに、昆布でいいんですよ。昆布には沢山ヨウ素が入っています。だから安定ヨウ素剤であるヨウ化カリウムなどのヨウ素剤なんか飲まなくても、昆布を食べればいいんです。コンブなんか売っていますよね(笑い)。全く同じヨウ素なんです。そうすれば、甲状腺にどんどん放射性でないヨウ素が入りますから、もし、事故で放射線を出すヨウ素が飛んできたときに、ヨウ素を含む空気を吸っても放射性のヨウ素は甲状腺に集まらないんです。

(会場から) 毎日昆布!(笑い)

**甲斐** まあ、そこです(笑い)。まあ、そんな神経質になっちゃいけません(笑い)。

### 内部被ばくの測定方法

**参加者D** そういう過去のデータの蓄積というのは、測ることができるとは？

**甲斐** 過去に被ばくした量を測ることが出来るかっていうことですね。じゃあこ

説明をします。難しいですね。ただ、全く不可能かと言うと、そうでもないのです。細胞の核の中に遺伝子を構成している染色体っていうのがありますが、その染色体に放射線は傷をつけます。それを測ることで放射線の量を推定できる。ただ、それは、その放射線だけで傷がつくわけではないので、他の要因でもそういうことが起きます。だから、低い線量までは、なかなか難しい。高い線量だとそういうのを使って推定するんですね。だから、事故で被ばくした人が、高い線量を被ばくした時に、血液検査をして血液の中から、その染色体を調べて、どのくらい傷がついているかということによって線量を推定したりするのはあります。だから過去にさかのぼって、どのくらい被ばくしたかを推定することが出来るんです。しかし、少ない量だったら、やっぱり難しいです。で、少ない量はそこまで調べる必要もないかもしれません。だから実際被ばくしたかどうかと、本当に医療処置が必要かどうか調べる時には、そういうのを、事故の時にはやられるんですね。

### 閾値なしの直線仮説

**早川** 閾値がないっていう事を仮定するという話がありました。ああいうことを言われると、やっぱり影響があるから仮定するのだと思ってしまう。そういうふうな理解が必ず出てくる。影響はないかも知れないが、一応閾値はないことにしましよ、ということを理解するのはとても難しい。だからああいう話があれば、絶対どんな低くても、影響あるんでしようっていうふうにしかな理解できないんですね。

**甲斐** そうですね。実はね、これは放射線だけじゃないんですよ。一番いい例は

ベンゼン。ベンゼンって言うのはガソリンの中に含まれている化学物質です。車を運転していけば排気ガスが出てくるんですけども、微量ですけどもベンゼンも出てくる。そのベンゼンも実は発がん性物質なんです。白血病を誘発するっていうことになっている。だからベンゼンもコントロールするために閾値が無いとされています。だけど、大気環境基準値を作らないといけませんから、環境省は、一〇万分の一以下のリスクになるように規制しています。だから〇にできない。理屈の上では、〇というものには閾値が無いと仮定していますから、〇はもう無理なんです。〇はありえないと考えるわけです。だからなるべく少なくして、影響が小さいようにしようと。実はこれは放射線の考え方と同じなんです。放射線の考え方を利用して、化学物質なんかも、そういう考え方を最近取り入れ始めた。

ですから、閾値が無いと仮定するのは放射線だけではない。すべては他の発がん性物質、発がんの可能性のある物質もすべてこういうふうに変えていくというのが今の時代です。確かにここは、不安になるわけですけども、あくまでも、安全を考えたときに、安全基準を作るときに、閾値は無いと考えて安全対策をしようというために作った考えた方なんです。じゃあ本当に被ばくした人が、あなたはどのくらい健康に影響が出るんでしょうかねっていうのは、こういう考え方を当てはめるのが適切かどうかっていうのは別の問題になる。人に適応する場合。あくまでも、防護や安全の基準を考える、そのときに使っている考え方なんです。そのベンゼンもそうなんです。

どうでしょうか。ちよつと少しずつ進めましようか。よろしいですか。

## 放射線リスクとは

**甲斐** 今私は原爆の話で、発がんというものが放射線の量に応じて、増えていくと。まあ、そんなに多くはないけれど、増えるという事実をお話しました。先ほど、この〇・一シーベルトのところ、〇・一以下のところは、自然の変動があるために、自然の変動に隠れてしまうと。だから本当のところはよく分からないんです。ひよつとしたら、やっぱり有るかもしれないし、ひよつとしたら無いかもしれない、判らない。じゃあどうしようかって考えたのが、ここはリスクがあると考えました。リスクがあると。リスクがあるとはどういうことかというところ、危険だとは考えなくて、そういう可能性を一応考えようと。〇ではなくて、なにか影響があるという、リスクを考えようと。考えて対策を立てようと。そう考えたんです。もうこれは、五十年くらい前から始めた考えです。放射線が一番初めにこのような考え方をしました。それで、放射線リスクとは何か、つてことになるわけですね。

最初のこの新聞記事を見てください。これがなんだろう。病院で放射線診断を受けているので、その結果全体のがんの三・二パーセントがその放射線診断が原因で起つていて。本当だろうか。ということになってくるわけなんです。じゃこれはどういうことなんだろうかって、中身を見ていきます。

確かに日本は、放射線検査が多いんですね。この図にあるように。世界の中でもっとも多いんです。この図ではイギリスと比べていますけれども、これは胸のレントゲン撮影ですが、イギリスでは、大体千人に、百二、三十人なんです。けれども、日本だと、千人当たり六百くらい検査しています。他の四肢とか脊椎だとか上部消化管など全部日本が多いんです。そういう意味で、日本というのは、X線検査を沢山している国です。その被ばくの線量に応じて、リスクを計算する

ことが出来る。それはどうして計算できるかという、線量と放射線影響の関係で直線関係が正しいとすると、〇でないかぎり何らかの確率、リスクが存在することに。被ばくしない人が一だとしたら、それよりも一・何倍、一・何倍と増えていくんです。という事は、少しでも被ばくすれば、小さいながらも確率があると考えられる。これは計算上そうなります。これをリスクと呼んでいるわけですが、そのリスクを計算している。このスライドにある新聞の記事、「国内のがん発症の三・二パーセントは放射線診断 原因か」は、そうした計算結果に基づいたものです。

それでどういうふうに計算したかですが、今、統計で、例えば日本で年間になんになる人たちが何人かということは統計データです。事実ですね。原因は何かわかりませんが、少なくとも事実です。これを分数の分母におく、分母には統計に基づく年間のがん罹患数を入れます。一方、分子には、実際の放射線検査から線量が分かれますから、その線量の値からさきほどの直線関係を用いて推定できる「推定がん発症数」を入れる。分母は統計による実際の値、分子は線量から推定した計算値です。そうしてわり算を計算すると、三・二パーセントだという。問題は、この分子の値、つまり推定がん発症数ですが、それが七、五八七人である、この推定値が本当に正しいのかどうかという事になるんですね。

正しいかどうかというのは難しい判断なんですけれども、少なくともこのデータを見ると皆さんどう思われるかなんです。今、一回の胸のレントゲン検査で、大体一回、〇・〇六ミリシーベルトくらい被ばくをする。非常に小さな数値です。この数値で、さっきの直線関係を用いて、何らかのリスクがあるという前提で計算をする。要するに、どのくらいがんになるかという確率を計算します。

原爆被爆者から推定されるものが当てはまるとして計算します。この〇・〇六ミリシーベルトに対応する確率は、十のマイナス十乗という、とても小さく小さな数値です。十のマイナス十乗は百億分の二です。百億人いたら、一回の胸のレントゲン検査で六人ががんになるだろうと。日本の人口は、一億二千万人ですから、日本の人口よりも百倍近い人口があつて初めて六人ががんになるだろうと。しかしですよ、X線の検査件数は一年間に、五千万件くらいあるわけです。だから、非常に小さい一回の確率に五千万と日本の人口を掛けて計算すると、確かに三パーセントくらいになる。実はこの三パーセントという数値は、こうやって求められたものだったわけです。つまり、小さな確率をいっぱい足し合わせたものだったわけです。

#### 放射線検査によってがんが増加している証拠はない

これを、正しいか間違っているかというのは、簡単には言えないんだけど、少なくとも非常にリアリティーはないですね。現実感はない。こんな小さな確率を足し合わせているだけだから。ほんの小さな確率が本当かどうかなんて証明することは不可能ですね。もっと別な言い方をすると、こういうことなんです。あの新聞記事を見ると、検査を受けた人と検査を受けない人では、検査を受けた人のほうががんになっているよというふうに、思ってしまう。皆さんもそう思ったでしょうね。でも実際には、放射線検査をした人たちで、がんが増えているという証拠はない。じゃあなぜないか。それは線量が少ないために、さっき言ったように、被ばくをしなくても、こういう変動があるわけですね。だから放射線によつて、もし確率が増えたとしても、それを見つけることは困難な量な

のです。たとえば検査した人をずっと追跡調査できたとします。そのがんの増加を見つけることは極めて困難なのです。理由は小さいからなのです。他の影響に比べて小さいからです。じゃあどこでいう他の影響って何だろう。

がんになる原因は何だろうか。実は、簡単なんです。生活習慣が大半を占めています。生活習慣とは何かというと、喫煙だったり、食生活です。食生活って言ったら、また食品添加物が含まれているのですかかって思っちゃうかもしれないかもしれませんけれども、実は食品添加物なんかじゃなくって、私たちが、別に発がん性物質なんて言われてない、普通の食べ物を食べることが、生きていることそのものがつながらているんですね。非常に面白い実験があつて、これは人では出来ないんですけども、ねずみに、発がん性物質なんかじゃないですよ、普通の餌を食べさせる。あるねずみには沢山食べさせる、もう満腹感になるまでに食べさせる。こっちのねずみには、カロリーを抑えて、少なく食べさせるわけです。そういうねずみをつつと飼うと、沢山カロリーを食べているねずみの方ががんが増えているわけです。この事実を見ると、ああ、がんっていうのはなにも発がん性物質の問題じゃないんだっていうのが分かるんですね。まさしく生活。どういう生活をしているかかって言うのが非常に大事なことになるわけです。まさに、ライフスタイルなんです。

だから私たちが、今がんを減らそうとするなら、タバコをなくし、食生活を質素にし、フランスの取れた食生活をしていくことが基本だということになる。実は今日本のがんの中でも女性の乳がんがどんどん増えています。増えている理由は何かと言うと、やっぱり私たちの食生活が欧米化していることが原因だろうと言われています。日本はまだ欧米に比べたら少ないですが、段々増えている。逆にアメリカなんか減っているんですね。乳がんが。あとでお見せしますけれども、

減っています。

### 実際の被ばく線量

で、量についてなんですが、これは縦軸が対数になっていてちょっと分かりにくいですが、桁で上がっていきます。0.01から0.1—単位はミリシーベルトですが、一から十、百倍というふうになっています。今、私たちが自然に受ける放射線ですね、さっき自然の放射線と言いましたけれども、自然放射線が大体一年間に、二ミリシーベルトぐらいですね。二ミリシーベルトぐらい被ばくしています。胸のレントゲン撮影はさっき言った0.06で、0.1より少ない。上部消化管造影検査っていうのは、いわゆる胃のバリウム検査ですね、あれがだいたいい数ミリぐらいですね。自然放射線よりちょっと多いぐらいですね。CTがちょっと多いですね。十ミリですね。しかし、先ほど言いましたように、原爆被爆者で、沢山の人たちをずっと五十年間ずっと追跡調査をした結果、百ミリ以上被ばくした人でなければ、被ばくによつてがんが増えているとははっきりいえない。どういふことかという、放射線に被ばくしなくてもがんが出ますから、放射線被ばくした人で、放射線被ばくしない人よりがんが増えていると言えるのは、百ミリぐらいからはっきりいえるということです。それ以下のところでは、増えていることが見えない。影響が無いとまでいえないが、影響が見えない。小さいために。ですから、そういった普通の検査では、こういふ、百ミリを超えるといった状況にはならないので、その影響がすぐにみえるということにはなりにくいわけです。考えにくいわけです。

今日は量の事を強調しているのですけれども、一つの目安として、国際的にこ

ういうふうに言われています。一ミリシーベルト程度ならこれはかなり低い線量だということですね。だから原子力発電所等は、これより極めて低い線量で環境が管理されている。原子力発電所で働いている方々は、これぐらい、平均がかなり低い線量なんです。ちよつと多い人で十ミリシーベルトぐらい被ばくをしています。それでも、低い線量ですね。ですから百ミリシーベルトくらいが中程度。一シーベルトなら高い線量。通常、十ミリ以下のようなところは、低い線量と考えていいわけですね。低い線量という事は、それなりのリスクついているのは、ほかのリスクに比べて、かなり低いと考えて、いいだろうということになります。

もうちよつと整理をしますと、放射線は怖いものであることは間違いがありません。ただ、怖いものつて言うのは、強い放射線を浴びたときです。だからそれは人まで殺せます。ですから量が大事なんです。だから大量の放射線を浴びてしまうと、人間を殺すだけの量になりますから、それは怖いものです。そういう線量を浴びないように、しっかり放射線をコントロールしなければいけないわけなんです。事故が起きないようにしなければいけない。そういう意味では、障害が生じないような線量ついているのは、千ミリグレイ（二グレイ）以下で、そういう線量では急性障害は起きません、多くの場合。でも胎児の影響ついているのはその中でも、感受性が高いですから、百ミリグレイ以下にしなければならぬ。がんの発症も、先ほど言いましたように、百ミリグレイ以下では、原爆被ばく者では検出されていませんので、ま、これ以下では、あまりそんなに心配しても始まらないことなんです。むしろ、私たちは他の生活要因に気をつけたほうがいい、タバコを吸っている人はタバコを止めた方がいいだろうし、まあ食生活が不規則であまりバランスよくなければ食生活を改善して行ったほうがいいだろうと。そういうことははっきり言えるわけです。

### 航空機乗務員の被ばく線量

線量の話ですけれども、今原子力発電所で働く人の線量ついているのは、どんとん下がってきています。原子力発電所はそれなりにしっかり管理するようになってきたからですね。その中でも、今だいたい一・二ミリシーベルトくらいです。平均線量ですが。しかし、今、これはびつくりすることですけれども、今一番、被ばくをするのは原子力発電所じゃなくて、まあ、平均線量で、ですよー実は、航空機乗務員なんです。飛行機に乗っているパイロットや、客室乗務員です。何で被ばくするかというと、宇宙線ですね。飛行機は十キロ、一万メートル上空を飛びますから、そこで宇宙線、放射線の一種ですが、それを浴びる。その宇宙線は地球の外から飛んでいますから、地球の大气で放射線が弱くなるんです。地球に到達するまでにかなり弱くなるんだけど、十キロ上空だと少し高いわけです。ですから、国際線なんかに頻繁に乗っているパイロットやスチュアデスさんなんかは、一年間に、最大高い人で四ミリシーベルトくらい被ばくしています。まあ平均で大体一から二くらい被ばくしている。だから、原子力発電所の人たちが一・二ミリくらいですから、原子力発電所の人よりも被ばくをしている。同じ放射線ですからね。自然のものと人工のものとしての違いはあるけれど、放射線としては同じものですね。ですから、だから危険だと言っているわけではなくつて、放射線の量として、コントロールされなきゃいけないと。ちゃんと線量を測つて、いつも量をしっかり把握しておく必要があるという事ですね。

早川 その表で運航乗務員（パイロット）より客室乗務員が高い値になっていますが、それはなぜですか。

甲斐 おそらく、それだけ乗っている時間が多いからでしょう、客室乗務員の方が。つまり、乗務時間が長いってことです。パイロットの方は飛ぶことに休む時間もあるわけじゃないですか。客室乗務員よりも休む時間が長い。国際線、何回飛んでいるか分からないですが、まあ年間八百時間、九百時間飛んでいるって書いていますので、その違いだと思っんですね。

### 低線量での放射線リスクは予想よりも低いのか高いのか？

甲斐 今、低い線量は原爆被爆者のデータから色々推定しているっていう話をしました。じゃあ、本当に少ない線量で、リスクがあるんだろうか、それとも、もうちょっとリスクが多いんだろうかと、ということが疑問を持つてくるわけなんですけれども。そういう両方の可能性があるわけですけど、どうなんだろうかと、いう事で、いろんな現象が発見されました。で、びつくりする現象です。これは。

例えば、さつき強い放射線が怖いものだと思います。例えばねずみに致死量を浴びさせます。で、極端な実験ですけども、致死量ですからねずみはほとんど死んじゃうわけですね。この図で、横軸は日数ですね。これはねずみに放射線を照射してから何日経過したかという、その日数です。五日目、十日目、十二日目、二十日目とある。縦軸はねずみの生存率ですね。百パーセント生存率、つまりまったく死ななかつたということです。生存率の線はしばらく横ばい状態ですが、これは最初潜伏期がありますからすぐ死にません。十日過ぎて段々死んで行くわけです。三十日になると、もう十パーセントぐらい死んでいるわけですね。この実験ではねずみは沢山の量の放射線を浴びていますよ。六、七五グレイですから、非常に高い量です。これの生存率は予想できることです。致死量の放

射線を浴びただけから。

ここからが新しい発見なんです。この、致死量を浴びさせる前に、少ない低線量をあてるんですね。そうすると死ななくなるんです。ねずみが。少ない量をあらかじめあびせると死ななくなるんです。この量は、〇・四五って、決して少ない量ではないんだけど、でもこの量を浴びせると、ねずみは全部死なないんじゃないけれども、大半は死なない。九十パーセントは生きている。これを適応応答といいます。つまり、人間の生体には、そういうなんらかの、前もって攻撃を受けたときには次には同じような攻撃には身体を守ろうとする仕組みがある。これはほかの事からも知られているんだけど、放射線でもそういう仕組みがあるんじゃないかという事がわかったんですね。

適応応答という現象は事実なんですけど、じゃあほんとにこの適応応答が本当に、今原爆被爆者から推定しているように、少ない量のがんリスクが、もつと少ないのか、じゃあもつと浴びてれば少ないのかと。ところがまだ判りません。ただ、少ない放射線でも、先に線量と影響の関係は直線関係と言いましたが、放射線に応じた確率だけの問題かという、そうでもないかもしれないですね。身体はもつと色んな生体の防御機構というのがあつて、意外に確率はもつと低いかもしれない、という事も分かつてきているんですね。

### 米国における最近の研究

それから、もう一つ、先ほどのアメリカの研究なんですけれども、アメリカでは、乳がんの死亡率が減っています。この図で、これが実際の死亡率ですが、これだけ減っているんです。これは何が原因なんだろうかと、なぜ減ったのだろうか、と

色々分析したんですね。で、要因として二つ考えられる。

一つは、早く乳がんを見つける。つまり、X線を使って検査するのがあります。マンモグラフィーと呼ばれるものですね。X線を使って、早く初期に乳がんを見つけて治療すれば助かると。だからマンモグラフィーを段々普及させたから、乳がんの死亡率が減ったんだと、これが一つ考えられる原因です。

もう一つは、乳がんが見つかって、手術とか、化学療法をやったときに、補助療法、ホルモンだとか、またはその放射線をあてたりするわけですけども、そういう補助的な治療っていうのが非常に進んでいるんですね。外科治療だけじゃなく。その外科治療プラスの補助療法をやったことが効いていると。そういう二つの要因が考えられて、分析をしたわけです。アメリカの沢山のデータを集めてその結果分かったことは、それぞれ単独だと、例えばマンモグラフィーだけだとまあこのぐらいになる、それは実際と違うわけなんですね。両方やらなかったら補助療法とマンモグラフィーをやらなかったら、どうもこういうふうに死亡率が減らなかつただろう。増えただろうと。しかし両方やっているから、死亡率は減ってきたんだろうというふうに考えられたのです。

これは何をいいたいかというと、マンモグラフィーというのは、X線を使います。X線を使って、女性の乳房に放射線を当てます。で、実は身体の中で、放射線に比較的敏感なのは乳房です。それにX線をあてるわけです。確かにX線のリスクがある、じゃあリスクはあるとして考える。そうするとそのリスクがあるかも知れない。だから放射線によってリスクが増えるかも知れないけれど、実際には減っているということは、そのリスクはあったとしても、それ以上にマンモグラフィーをやることによって、より初期にがんを見つけることによって、適切な治療をやることで、助かつていく、という事だとすると、もちろんX線のリスクがあつてもそ

れを上回る効果があるということ。そういうバランスを考えていかなくちやいけないうことですね。ですからX線をこわがってマンモグラフィーを受けないということになると、結局本末転倒になってしまう。確かにX線にはリスクがあつたとしても、これだけ確かに死亡率が減っているわけなんですから、リスクを上回るだけのベネフィットがある。こういうふうに考えてもらいたい。

放射線の話はここまでで、次は電磁波の話をしたいと思えます。ここまで、質疑応答に入りたいと思います。

### 被ばく、適応応答

**参加者 A** 原爆の時の話なんですけれど、子供を妊娠した母親が、子供を腹の中に抱えたような状態で、親の思いとして、防ぐというか、そういう意識が働いて、ということを知っているんですが、あのX線の場合、人体も実際に通過します。防護の関係から見るときに、一時的な被ばくですけども、人がそういう風な事をした場合に、それをしなかつたのと、実際にそういう風な状態でやつた場合と、やっぱある程度線量の問題が違いますか、出ないですか、

**甲斐** それはどの程度被ばくしたかという状況になるんですね。原爆ですと、何キロ地点で被爆したかということになりますね。原爆被爆者の赤ちゃんへの影響も調べられたんです。それで分かっていることは、おなかの中なの赤ちゃんだから、生まれてからずっとがんになりやすいかかって言うと、そういう証拠は無い。つまり普通の子供たち、十歳以下の子供たちが被爆をしているのとあまり変わらない、と言つのが、今のところの知見です。特別、おなかの中の赤ちゃんだから、感受性が高いということはない。おなかの中の赤ちゃん、生まれてからの赤

やんとの違いは、その、奇形の有無が違う。奇形というのは、器官形成期といって、まだ、赤ちゃんがほんとに色んな、頭とか腕とかが出来る、非常に妊娠の初期の段階で、沢山の放射線を浴びると、奇形が出来るって事はあるんです。大体約百ミリグレイ以上の被ばくをするとそういう可能性は出てきます。だから低い線量ではそういう奇形はでないということです。つまり閾値がありますから。で、がんについては閾値が無いと考えたら、そういう意味では、そのリスクと言うのは、可能性の確率と言うのは、生まれてからの子供たちと、余り変わらない。大人よりも、大体二〜三倍高い。

**参加者 A** そのさっきの話ですと、分かりやすく言えば、抵抗力みたいな感じなんですけれども……

**甲斐** そう、それは可能性としてお話ししていただくね。本当はそこまではよくわかっていません。

**参加者 A** ええ。で、そういう風な場合であると、例えば、原子力発電所の中で作業される方については、ま、線量は低いといえども受ける確率が高い。

**甲斐** ああ、被ばくをする確率ですね。被ばくはします。

**参加者 A** という事になってくると、やはりそういう方たちは、一般にその、被ばくをしない方と比べると、ここにあります適応性がやっぱり強いと言えるのか。

**甲斐** そういう可能性は否定は出来ないけれども、学術的にはそこまでするまでまだはつきり言えないです。ただ、動物実験ではそういうことを示すようなものもあります。それは、動物実験で、人とは大分違います。そういうことが全く人に当てはまるといえるかは、なかなか難しいので、またそこまでは国際的には一致した意見はありません。ただ、実験データとしては、先ほどの致死量でしたけど、今度は致死量じゃなくて、ねずみにがんを起こさせる量でやるんですね。

で、それが少ない量をあてて、少し強い線量をあてると、また、がんは減るんです。そういう実験もあります。ただ、それが本当に一般的なのかどうかという事はこれからの課題で、今、どういう仕組みでそういうことになるかというのとは分らないと人に当てはめて考えることは出来ません。

**早川** そうすると、先ほどの乳房検査の、あれは、早期に見つけるから効果があった、って言う説明だったんですが、あれも少し被ばくしたから抵抗力がついたというふうには、解釈できないのですか。

**甲斐** あー、そうですね。そういう解釈もありえますね。

**早川** あててもらった方がいいとか(笑)。

**甲斐** そうですね。しかし、今は考えていません。国際的には、この論文にはそれは書いていません。

**早川** あらかじめあてたからっていうのはね。なんかこう、適応応答が……

**甲斐** 適応応答というのは、被ばくしたことの後に、色んなものが攻撃してきた、その攻撃を守るための話ですから。これは、乳がんになった人ですね。なった人が死ななくなってきた。死亡率が下がっているんです。それは、適切な治療と、スクリーニングをすることで、早く見つけていることが効果的でないかって話です。

**早川** なる確率が減ったのではないわけですね、がんになった人が死ぬのが減ったつてわけですね。

**甲斐** そうですね。

**参加者 D** 全く基本中の基本の質問ですが、被ばくってというのは、放射線を浴びたつていうことでしょうか。という事は、毎日原子力発電所内で仕事している人は、毎日、まあ変な話ですけども、毎日被ばくしているってことなんですか。

**甲斐** そうです。その通りです。被ばくって言う言葉は、ひどく悪い言葉ですね。英語で exposure。今、化学物質の曝露って言葉があります。化学物質を曝露するっていう。この曝露って、もともとこれも exposure で、放射線の場合、exposure を、被ばくと訳したのですね。英語のエクスポージャーって言うニュアンスは、日本語にはないんですよ。例えば、日光浴。日を浴びる。これもエクスポージャーなんです。日光浴するっていうのはエクスポージャー。でも私たちは、被ばくって言う言葉から、なんかぼんやりした、何か嫌なイメージを持ってしまっただから正確には、放射線で被ばく、放射線が身体に突き抜けていって、エネルギーを与えると言うのが被ばくなのですけれども。

**参加者D** ある程度の量の放射線を浴びたんだから、ここからは被ばくです、というようなことはないんですね。

**甲斐** そうです、そういうことは無い。ただ、そういう意味では、われわれ自然放射線で被ばくをしているわけです。被ばくって言葉は嫌だけど、被ばくをしているわけです。嫌なイメージがあるものだから、そういう言葉を使いたがらないのだけれども、被ばくをしているわけです。言い換えると、体の中の自然の放射能からも被ばくしている。これは事実です。問題は量の大きさです。だからどのくらい被ばくしているかということですね。線量が問題なので、高い線量は気をつけなさいといけない。低い線量でもきちんとコントロールすることは大事なんですけども、それ以外の、放射線以外の要因の方が、われわれ生活の仕方によってはもっともリスクとしては大きいよと言うのを、今日は強調したいのです。

## 携帯電話

**甲斐** ここからは放射線じゃなくて、電磁波の話しをします。電子レンジや携帯電話や送電線や、皆さん気になさっていると聞いていたので。

私は電磁波の研究はしてないのですけれども、教育のために色々勉強はしていますから。その電磁波の中では、携帯電話ですね。高周波電磁波は大体八百メガヘルツで、携帯電話からは電磁波が出ているわけですから、この影響は今、疫学研究がされています。これはどういう作用があるかというところ、電子レンジと同じマイクロウェーブなんです。電子レンジはご存知のように、あれは五百Wか六百Wの強いエネルギーを使いますから、物が暖まりますよね。携帯電話は大体1W以下だと思っんですけど、非常に弱いエネルギーなんです。動物実験等では影響は認められていないんですね。ただ、色んな、例えば頭痛がするとか、そういう、訴えですね、基地局が近くにあつて、最近頭痛の人が多いとか。そういう不満を訴えることがインターネットを見るとある。だから、それがどこまで本当に因果関係があるかって言うのは、分かっています。それを否定することは難しいし、肯定する事も難しいです。だからここに書きました様に、睡眠障害とか、脳活動を疑う専門家がいたりすることも確かです。だからはつきりいって分かりません。私も。ただ、言えることは、携帯電話を使うことではつきりした影響が出てくる、というようなものではないだろうと思うんですね。ひよつとしたら、非常に電磁波に、敏感な人がいて、それで症状が出るっていうことはあるかも知れませんが、れどね。化学物質でも、いわゆるアレルギー性の過敏症の方がいらつしやいますから、そういう可能性はあるかも知れませんが。それは分かりません。ただ、一般的には何か特殊な影響が出てくるような機構があるというふうには、今は考えられていません。ただ、しかし、今沢山使われていますから、疫学研究はされています。イギリスなんかは、なるべく子供には携帯電話を使わせない方

がいいよ、と言っているところもあります。まさに放射線を少なく、慎重に使うっていうのと同じ考えですね。だからすぐ、子供に影響が出るという風なことではないけども、可能性としては慎重に使うと。子供は携帯電話を使わなくてもいいじゃないかと。最近の疫学研究では、発がんの影響は検出されていないということですけども、この研究も継続されています。まだまだ充分なデータではありませんので、すぐに結論が出るまで行かないでしょう。結論が出ていないって言うと、まだ影響があるかもしれないと思うかも知れませんが、あつたとしてもあまり大きな影響ではないだろうと思います。

## 高圧送電線

それから、もうひとつ、社会的に話題になったのは高圧送電線ですね。高圧送電線は交流電流が流れていますから、磁界が出来るんですね。電場もできるんですけど、電場は身体の中を通り抜けません。磁界が身体の中を通りぬけると、身体の中に微小な電流が流れるんですね。誘導電流といって、微量な電流が流れるんです。この図にあるように、高圧送電線の下では磁界ができるので、その中に人間が置かれると、人体中に微小の電流が流れるので、何か影響があるかもしれないという事が問題になっています。携帯電話では、基地局から八百メガヘルツから一・八ギガヘルツの範囲の周波数の電磁波が出ていますが、こちらの高圧送電線では五十、あるいは六十ヘルツの電磁波です。極低周波電磁波の電磁界と言われています。発がん性があるのかっていうのが、世界的な注目なんです。なぜこんなになったかというところ、疫学研究、つまり人を対象にした研究で、送電線の近くに住んでいる子供達に白血病が少し増えているんじゃないかと。そ

う疫学研究がたしかにあるんですね。それで動物実験等で色々調べたんですね。でも、動物実験では証拠が出こないんですね。放射線なんかだと強い放射線浴びると確かにがんが出ますから、証拠はあるんですけど、電磁界だと動物実験では影響が出ないんですね。そういう意味では、高圧送電線というのは、今のところ国際的には、発がん性の可能性があるかもしれないというふうに、国際的には判断しています。それは、やはり慎重にしようというのがあつて、そういうふう疑っているんですけども。結論としては、あるかもしれないという話ですね。ただ、あつたとしても、そう大きなリスクではないだろうと。今のところ現状ではなっているんですね。

## がん死亡原因の推定寄与率

これは最後のスライドです。配付資料の最後の円グラフを見てください。これは世界的に非常に有名な論文の研究結果です。二十年ぐらいたっている研究結果なんですけれども、現在の調査でもこれに近い。結果が変わらないと言われています。つまり、がんの原因の三分の一はタバコが占めているということ、三分の一は食生活が占めているということ、そして、あとは色んなものであると。

ですから、タバコがなくなれば三分の一がんが減り、食生活を改めれば三分の一くらいがんが減ると。ものすごい量ですね、そういうところが国際的に認められています。一般的に、微量な放射線だったり、食品添加物だったり、色んなものが発がん性だったりするんですけども、だけどそういうもののリスクは極めて小さい。あつたとしても小さいだろうというふうに考えられているわけなんです。だから放射線はどうでもいいということではなくて、放射線はそれなりにきちっと

管理することが大切であって、しかし、私たちは、あまり放射線ばかり気にすることよりも、食生活や、そういう生活習慣のほうを、気をつけたほうが有効だということですよ。

### 電子レンジ、電磁調理器、携帯電話

**参加者C** 電子レンジのことなのですが、何か電磁波を止めるようなものを貼るといいとか聞きましたが。あの扉のところに貼ってあるのがそうですか。あれでかなりカットできると……

**甲斐** ええ、そうです。

**参加者C** 家でねえ、そういうのが分かってから今まで食卓の後ろでやってたのを食卓に戻しましたが、あれって、やっぱり、けっこう食卓のところでやりますでしょう。だから人の方に向けないようにしたりしていましたが……(笑い)

**甲斐** そういう意味では、電子レンジでは中に閉じ込めているかぎりですね、安全装置として、開けなければ、電磁波は出ません。あれは扉を閉めなければ装置が作動しないように作ってあります。

**参加者E** 電磁調理器も同じですか……

**甲斐** 電磁調理器は電磁界なんです。交流電流を使って磁界を発生させて、渦電流を作つて暖めていますから、結局問題になるのは磁界なんです。さっきの高圧送電線と同じような低周波磁界なんです。ですから、磁界の影響をどう考えるかになるわけなんですけれども。確かにこのIHヒーターの前ではかなり高いと言われています。距離を離せば、かなり磁界としては下がると言われています。ですから、磁界そのものの影響自体も、疫学的なものからすると、疑わし

いわけですけれども、確かに増えているという報告もあるし、増えてないという報告もある。最終的には、がんが発生するかも知れないという、世界的にはそういう立場をとっている。まあそれもあつたとしても弱いだろうと。もし、高ければもっと影響が見えるはずですよ。もっと多くの方が影響が出ているはずですよ。でも、そういうふうには見えてないわけです。

**参加者D** ドイツではIHヒーターがないって聞いていますが。日本ではすごく普及していますが、それは日本の知識が低いからですかね。メーカーの力が強すぎて……

**甲斐** まあ日本は電気会社が強すぎて、またメーカーは技術力も持っているし、新しいものを作りますよね。だったら自分のものを売つて行くことしますから、電力会社も電氣を使って欲しいというのもあるから、そういうものを普及させてきているんじゃないかと思えます。

**参加者D** 環境というのと、やっぱり先進国のドイツとか。ヨーロッパの話だと思うんですけども。

**甲斐** ドイツは環境的な意識で普及してないんですかね。ちょっと私はそうは思つてなかつたんですけども。むしろ日本の商売。日本は新しい物好きですよ。新しい物を買う傾向がある。そういうのもあるかなと思っんですけども。だから、あまり環境の意識が低くて、日本が普及していて、他が普及してないってことではないような気がするんですけども。

**参加者F** 携帯電話つて、絶えず身につけていますよね。で、これから赤ちゃんを産んだりとか、結婚して子供を産むとか、そういう人はこのあたりに(腰のあたり)携帯電話を絶えず持っているというのは、しないほうがいつて聞いたんですけれども。

甲斐 さん。でも、そうですね。そう避けられるものだったら、そういうふうに

避ければいいですよ。不安になるのであれば避ければいい。結局不安感というのは避けようとする気持ちですから、簡単に避けられるでしたら、避けちゃえばいいですよ。もし、自分が妊娠をしているのであればね。ただそれが本当に影響があるかないかかっていたら、そう、はっきり言えないですよ。そういう情報がないものですから。だって携帯電話が普及したのは、ほんのこの十年ぐらからです。情報がない。ただ、はっきり言えることは、ねずみなんかでは、影響が出ないよということです。ただ、人はねずみとは全く同じじゃあないので、そういうことが言えるかどうか、まだ、知見がないというのが正直なところですよ。つまりこれから色々調査がされていくだろうと思います。だからそうなるよ、皆さんがとる行動としては、便利なものもあるから、まあちよつと注意して靴に入れておくとか、ポケットに入れるんじゃないかと。そういうことぐらいやれば、いいのかなと思いますね。

早川 残念ですけども、時間がきましたのでこの辺で終わりたいと思います。どうも長いことありがとうございます。拍手でお礼をしたいと思います。

(拍手)

甲斐 じっくり時間がなくて申し訳なかったです。

## 資料

### 一・講師

甲斐倫明 (大分県立看護科学大学 人間科学講座 環境保健学研究室)

### 二・日時、場所

平成二十年十一月三十日、名田庄村山村開発センター

### 三・参加者(五十音順)

司会 早川博信

小原 学(おおい町岡田)、門野幸己(名田庄中)、川端喜雄(高浜町子生)、治部ひろみ(名田庄虫鹿野)、田歌昇(名田庄中)、知見明子(名田庄小倉)、早川真理子(名田庄三重)、早川政江(名田庄三重)、藤原義信(名田庄三重)、正木慶子(小浜市新保)、森本正弘(名田庄久坂)、森本小夜美(名田庄久坂)、山口孝志(名田庄井上)

メモ

参加者A、川端

参加者B、藤原

参加者C 知見

参加者D 森本

参加者E 田歌

参加者F 森本(夫人)