
放射性物質の食品健康影響評価について

東北大学大学院 薬学研究科 教授（医療薬科学専攻）
内閣府食品安全委員会「放射能物質の食品健康影響に関するWG」座長
山添 康 氏

はじめに

きょうは放射性物質の食品健康影響評価について、どういう経緯で数値が決まってきたのか、そして数値のもつ意味についてお話をさせていただきます。

昨年の7月の終わりに、食品安全委員会としての数値を決めてから、いろいろなところで一般の方を含めてお話をさせていただく機会がありました。そこで放射性物質とはみえないというだけでなく、何がどういう基準なのかがよくわからないと伺っているので、できるだけその影響について努めてわかりやすくお話しするつもりですが、わかりにくいこともあるかと思しますので、その点については後でご質問をいただければと思います。

暫定の放射線の安全数値

昨年の3月11日震災後、数日たった時点で緊急に暫定の放射線の安全の数値についてまず定めなければならず、3月から4月の初めにかけて、ほぼ2日か3日置きに会議をやって、皆さんご存じの500ミリシーベルトという暫定値を最初の時点で決めました。

その時点ではあくまでも暫定値であり、細かくデータをみたわけではないので、これをきちっとした形に決めなければいけないわけです。25名ぐらいの委員の先生方に集まっていただき、ワーキンググループを4月21日から開催し、3ヵ月間で一応報告案をまとめて、パブリックコメント等々で数ヵ月かかり、それで厚生労働省に答申をし、その結果を食品に案分するというので、現在使われている数値、先ほどもご紹介がありましたけれども、物によって違ってはいますが、5倍厳しくなったということになり、新たな数値を定めることになりました。

食品健康影響評価

食品健康影響評価の基本的な考え方は、緊急時であるのか平時であるのかということに影響されるのは余り好ましくないということもございます。それから、基本的に評価と管

理、実際には食品安全委員会が評価して、それを管理機関としての厚生労働省が食品について具体的な数値を決めるということでもあります。ですから、それがお互いに、原子力保安院のところでも問題になりましたように、評価と管理が一体になるというのは好ましくないで、基本的には科学的な見地から、つまり食品に関するものですので、内部被曝のデータをできるだけ集めたいと思ったわけでもあります。

放射性物質の特性

実際に放射性物質のどういうものについてみるかということですが、基本的にこのように理解しています。

ウランが核分裂を起こしたとします。基本的に、ウランというものは大体二百三十幾つなのですけれども、原子核でいうとほぼ 100ぐらいだと考えてください。そうすると、核のもののうち、それが 50ぐらいのものと五十幾つのもので 38か 40ぐらいのものに分かれるということになります。ということはどういうことかということ、沃素が 131とかその程度でセシウムが 134とか 137、130ぐらいのもの、中性子と合わせたものと、ストロンチウムというのが大体 40近い 37とかそのぐらいで、中性子があると倍になります。要するに、こういうものは基本的に2つに分かれるということでもあります。

プルトニウムというのは中性子からプロトンが飛び出すために原子核が2つ大きくなる。アメリカシウムだと3つ。そのような形で核としては、原子番号としては大きくなる側のほうが少数出てまいります。これがいわゆる核分裂という反応で、核が分裂するからこういう物質が出てくるということでもあります。ですから、原子炉で核分裂の反応がおこれば、それぞれの物質に分解して、どんどん炉の中にたまっているということでもあります。

では、こういうものの中でどういうものが出てきたのかということ、基本的な考え方としては、沃素は物質としてはすぐ気化しやすい。昇華性をもっていますので、できた中の沃素は熱が来ますと、それが昇華して気体となって出ていくということになります。それから、セシウムも実をいいますと 700度ぐらいが融点なのです。そのために、この2つの物質は実際には炉の温度が理論的には 700度を超えると炉から気体となって霧散する。ですから、最初の時点では半減期の関係で沃素を心配し、今現在ではセシウムは、比較的気化しやすいので一番関心が高くなる。気化するということは、非常に遠いところまで飛んでいってしまうということがあり得るわけです。そのためにこの2つが距離的に一番遠くまで飛んでいく。そしてもちろん海水に入れば、イオン化していますから海の中にも入って

いくということが基本的な性質としてある。だから、当初からこの2つについては非常に広範囲な距離において暴露があったということを考えなければいけない。これは融点ということから考えられるわけです。

それに対して、ストロンチウムのようなものは融点が少し高い温度、キュリウムとかもそうですから、恐らく暴露自体は原子炉のあった場所からそれほど遠くには行かないだろう。もちろんチェルノブイリなどの事例のところでは30キロ圏のところではかなり飛んでいますから、霧散の状態によっては飛ぶことはあり得るということになっています。それから、プルトニウムに関しては重たいということもあって、距離的には非常に限られるだろうということでもあります。したがって、核分裂が起きるとそれが気化して飛んでくる可能性のあるものということで、ここに書いたものを対象といたしました。

最初から少し心配したのは、一番毒性が高いストロンチウムの問題であったわけですが、現時点ではそれほど外には飛んでいないのではないかと考えています。ただし、2号炉の排水中の濃度は、ほかの1、3、4号炉に比べると1けた高いということはわかっているが、実際どうなのかはだれもわからない。海水の中でフェンスの中に閉じ込められているということで、出ていってはいないと思いますので、現時点ではそれほど心配しなくてよいと思います。



放射性沃素はウランの核分裂の中では大きな比率を占めるものが沃素になりますので、非常に大量のものが出てきています。それで最終的にはキセノンに変化するということでもあります。海洋にももちろんあります。

それから、標的として、沃素の場合には甲状腺がほとんどだにご理解いただければいいです。通常の場合は、 131 の場合、半減期は8日間ですので、恐らく事故が起きた1ヵ月以内の時点では沃素が最も重要な核種であると。すぐにミルクの使用を禁じたというのは、チェルノブイリの件等での経験によって、ほとんどの方の小児の甲状腺がん、甲状腺の異常がミルクを経由したということがその当時からわかっていたからということになります。多分1週間にかんりの量の沃素が拡散したと思いますが、その場合に呼気から入ってくる量としては、問題になる量にはそれほどはならなかつたろうと考えています。ですから、ミルクのソースが一番重要であつたろうと考えています。

放射性のセシウムに関しては、半減期が30年。ここが沃素と全く違うところでありまして、これはこれから長い期間、我々がつき合っていかなければいけないということになるかと思ひます。ベータ線を出すわけですけれども、これは半減期が2.5分の準安定な領域にまず崩壊します。その時点でベータ線だけではなくてガンマ線を出すということが特徴になっています。

ガンマ線を出すということから、実はいろいろな目的に使われています。これは原子炉の中から取り出してきたセシウムを使いまして、例えば食品の麦とか小麦とか、そういうもののいわゆる滅菌のための道具に使用されていますし、また汚泥の処理とか、国境の検査所のコンテナのところの画像化、そういう目的にガンマ線のソースとして使われています。ですから、人工の放射線なのですけれども、実は実社会の中で既に結構使われていたということになります。

セシウムの特徴は、通常の場合には土に一たん沈着します。そうすると、不溶性の形になって出ていきにくいということが特徴なのですけれども、土壌の種類によっては非常に吸着しにくい土壌もある。例えば、ブラジルで事故が起きたところでは吸着しなかつたがためにいろいろな障害が出たという報告があります。

チェルノブイリの発電所の事故の調査では、消失の半減期が子供さんのほうは早くて、大人では大体100日ということですから。チェルノブイリの場合にはミルクだけではなくて、いろいろな食料について最初の1ヵ月間使用を禁じていませんでした。というのは告知を

していなかったから。その間に非常に多くの方が汚染された食品をとってしまったという経緯があります。そのときの近くに住んでいた方の体内のセシウムの濃度の推移のデータがあります。それをみていきますと、大体1年後に最高値に達して、3年で完全に消失しています。ということで、比較的ゆっくりです。その場合には汚染された食品をある期間とっていたがために少しずれているのです。そういうことで1年後に最高値になってしまって、それから3年では完全に消えているということです。

ですから、半減期としては30年なのですけれども、実際に体内から消失するのはかなり早い。しかも、それは我々の体の代謝回転の早さですから、子供さんは入れかわるのが早いわけです。それで子供さんのほうが早くて、年をとってくると比較的長くとまる。どこにとまるのかというと筋肉に一番たまります。そういうことが一番の問題だということになります。

過去のデータについて

では、この調査にどういうデータがあったかといいますと、過去の放射性汚染の被曝につきましては、1986年、チェルノブイリの原子力事故がありますが、それ以外にワシントン州のハンフォードの核施設とか、いわゆる大気圏での核実験での汚染についてのフォローアップのデータがあります。これらのデータから標的とか、どういう症状があって、どのぐらいの濃度で出てくるのかということが調べられているわけです。

結果をまとめてみますと、汚染の多くは汚染されたミルク経由というものが共通したところであります。低線量から甲状腺の発がんリスクとの容量関係がみられていて、事故当時の年齢が低いほど後でリスクが上がっているということです。これが子供さんについてやはり注意が必要だということを皆さんに出した大きな理由でございます。

どの程度の線量で被曝すると影響が出てくるのかという値については完全に一致しているわけではありませんが、0.2グレイから0.49グレイ。これはシーベルトでいうとかなり高いようです。これが1,000の単位ですから1,000倍すればいいという値で暴露ですから、暴露レベルとしてはかなり高い。数百、500とかの値です。そういうところ以上になると、リスクをある程度考えなければいけないという結果が汚染については出ています。

放射性のセシウムについては、チェルノブイリに加えて、ゴイアニア、ブラジルでは排気されたセシウムクロライドによる医療被曝というデータがありますし、南ウラル地方の

テチャ川の領域ではプルトニウムの製造の過程でセシウムやストロンチウムにかなりの被曝をしたというデータがあり、こういうデータから判別していくわけです。

標的については、1つは、純粹にセシウムだけの暴露はブラジルのデータです。そのデータも含めて、ほかのストロンチウムとかいろいろなものが暴露と混合になっています。

いずれにしても、生体影響は特定できないというのが一番の問題で、セシウムの問題については、どこにどのような量で、どれぐらいの期間がたったところに、どんな標的にあらわれてくるのかということが一定していない。そのところが現在でも非常に難しく、そのためになかなかはっきりしたことを申し上げられないということでございます。

そういう結果にはなるのですけれども、食品安全委員会としては、個々の放射性物質について個別にリスクを申し上げることは非常に難しい。放射性の沃素については、甲状腺ということで標的が比較的是っきりしているので、その量との関係は出せるだろうと。ほかのものについては放射線全体として共通として値を出す以外にはないだろう。というのは、暴露のレベルが今回対象としている場合には非常に低いので、個別の放射線ではなくて全体の放射線量としてその値を定めましょう、特に放射性セシウムが、食品の放射性影響については半減期、距離的に非常に広い範囲に飛散して暴露している可能性があること、それらをあわせて評価しましょうということになっています。

というのは、例えばストロンチウムについては、核分裂をすれば、セシウムが出れば理屈上は必ずストロンチウムが出ているわけです。それは距離によって、距離が遠くなるほどセシウムはあるけれども、ストロンチウムはほとんどない。今回の時点で考えれば、ほとんどの場合はストロンチウムの影響は極めて少ない。過去のデータに比べて少ない。だから、過去のデータの評価をそのまま考えていけば、安全側に立っているという考えで進めましょうということにしました。

ただ、ウランにつきましては、実はウラン鉱山の近くに水の問題があり、そのデータがありましたので、1日の耐容量のTDIを決めることにしようということで話を進めました。

放射線の人体影響

では、放射線の人体影響をみた場合に、まず一般的な話から入りたいと思いますが、基

本的には身体的な影響と遺伝的な影響という分け方があります。これは体のいろいろなところに異常が起きるとか、身体的な影響が出てくるもの。それは被曝を受けた本人に影響が出てくる場合と、それ以外に、本人ではなくて以降の世代に出てくる場合には遺伝的な影響、先天異常等を含めた2種類があります。

量的な関係からいいますと、確定的な影響と確率的な影響という範囲になります。これはどう違うのかというと、確定的な影響は、基本的にはかなり大量の被曝を受けた場合に、臓器の標的にどういう影響が出るということがほぼ量的にはっきり相関関係が得られるレベルです。具体的には、実は悪い意味だけではなくて放射線治療に使っているわけです。そういう場合にはグレイという値を使っています。そういうことによって、がん組織であるとか、そこだけに照射することによって、がん細胞を死滅させて、成長細胞のところにはできるだけ行かないように距離を調整するなりして治療に使っているわけです。ですから、治療に使っているものにはグレイと呼んでいます、それはある意味では確定的な影響を有効利用しているということになります。

一方、もちろん被曝のときでもいろいろなところでケロイドが出るとか、白内障が後で出てくるという問題が出てきます。そういう被害についても、高濃度であれば標的はどこに出てくるか。広島、長崎の事例などはそういうところで評価しています。

一方、確率的な影響はどの人に出るとは特定はできないけれども、大きな集団の中で全体をみると、ほかの暴露を受けなかった集団に比べて若干数値が上がってくるという場合で、今回の場合にはほとんどの方があったとしても確率的影響の範囲になるということになります。

疫学のデータ

では、人の疫学のデータはいろいろなところで過去の事例があるわけですがけれども、そのデータはやはり吟味しなければいけない。というのは、いろいろなところで線量についての情報の信頼度とか、研究手法が本当にサイエンティフィックに、ニュートラルにちゃんとデータを出したものの、あるいは意図的なものが含まれていないとか、そういうものを含めて評価しなければいけないということになったわけです。



一般に、きょうは放射性物質のお話ですが、これは化学物質と共通してしまして、化学物質の評価は、通常の方法はどうやるかという、物理化学的影響とか人健康影響とか環境の影響を含めて一般にやる方法は、どのようにしたらリスクを管理できるかということで、管理ができる方法に基づいて何かをきちっと評価しましょうというのが基本的な考え方です。

では、実際にどう行うかという、動物実験から毒性影響を示す量から示さない量、その間の濃度との関係を求めて、それから人が暴露しても悪影響が出ない量、これは1日当たりどれぐらいの量ならば人では影響がないかということを決めなければいけないということになります。ですから、動物実験で出た量について、それに安全の係数を掛けて、それで人について安全な量を出しましょうということになります。

具体的にはどのようにやるかという、100ミリグラム/キログラム、あるいは発がん性の実験で150ミリ/キログラム、あるいは反復毒性でデータが出てきたときといった場合にはそういうもので濃度を変えた実験があって、そのときの無毒性容量、毒性が出なかった容量の一番高いところをとってきます。それをNOAELといいます。これに対して、通常は人と実験動物との感受性の差で10倍、それと、人は非常に個人差がありますので、それについて10倍ということで、一応これは理屈なので、サイエンティフィックかという経験に基づいている数値だけなのですけれども、100倍をかけます。つまり100倍の安全を見積もるということです。

通常の物質については、過去の経験から、ほとんどについては 100倍の安全係数を掛けておけば動物実験の値から人にもっていても安全だということが経験的にわかっているのでこの数値で割り出すと、10を 100分の 1 にすると 0.1ということです。これが出てきた数値で判定するというのが一般的なやり方だと理解いただければいいと思うのですが、今回の場合こういう動物実験のデータが使えないということなのです。そのために人の疫学のデータを使って評価していかなければいけないということになったということです。

人のデータを使うと常に下限の問題があります。というのは、人のデータはある意味で相関のあるところまで出るのですが、これ以下の数値は本当に安全なのか、それともわからないのか。サイエンティフィックには閾値とかしきい値といわれますが、そういうものについて非常に議論があります。

なぜかという放射線物質は基本的には何をターゲットにするかということ、細胞の中の DNA に傷をつけます。DNA に傷がつくと通常の場合には、我々の体はよくできていて修復機構があって、それを除去して、反対側の DNA のストランドからみて、それに合うものを入れ直してくれるわけです。ところが、通常だと 100万回に 1 回ぐらいの割合で間違えて修復してしまう。そのぐらいの頻度、精度なわけです。ところが、放射線物質とかいろいろなものが来て細胞のレベルの調子がよくないようなときには、誤りがちな修復という言い方をしますが、ちゃんとした修復ではなくて、間に合わせでもともかくつないでしまう。つまり塩基に異常が起きるわけです。これが突然変異なわけです。その突然変異の積み重ねが結果的にはがん化のステップを順番に上げていくということになるわけです。

でも、この辺は実験のデータで出るかということ、なかなか出てこない。染色体異常までは出るけれども、がんをターゲットにした場合には閾値はあるかもしれないという意見も通ってくる。そういうのがサイエンスの現状だにご理解いただければいいと思います。この辺の議論があるので、今回の疫学のデータではそんなサイエンスの議論を持ち込むことはできないので、ともかく疫学のデータで言及できる範囲はどこまでかということをお示しすることで、それを実際に使うことにしようと考えました。

ここのところで、なぜこうするのが難しいのかには幾つかの要素があります。

1 つは自然界からの放射線という問題です。我々は実はゼロリスクではないわけです。我々の体には、日本人の場合 1.5ミリシーベルト / イヤーぐらいの暴露を受けています。

この自然界からの曝露は、後で具体的な数値をお示ししますが、我々がいろいろな外からのソース、例えば宇宙線から受けるものと、我々の体の中はもう既に放射性物質を含んでいるわけです。

それとともに、我々はリスクとベネフィットのバランスによって、例えばCTスキャンであるとかX線とか、医療のメリットのためにいろいろな放射線を受けています。この量は決して少なくありません。多分日本は非常に高くで大問題なのですが、4ミリシーベルト/イヤーぐらいある。非常に多い。けれども、これはメリットがあるから使っていて、これは加えないというのが原則になっています。けれども、実際には受けているということも考えなければいけない。これら2つが外からの食品に入ってくるものと区別ができるかということ、DNAを傷つけることについては基本的に同じなわけです。だから、その点については、もともとバックグラウンドがあるということになります。

しかも、1.5ミリシーベルトの中で食品による被曝は大体0.4ミリシーベルト/イヤーだと思ってください。それ以外には大気中のラドン、コンクリートとかいろいろなところから出てきます。それから放射線。ですから、海外旅行に行かれて飛行機に乗っていれば、飛行機の機体を通じて宇宙からの放射線を浴びているわけです。そういうことを含めて平均として大体1.5ミリシーベルトを受けているということになるとご理解いただければいいと思います。

実は人体の中には大体8,000ベクレル放射性物質をもっているわけです。一番多いものはカリウム40になります。ナトリウム、カリウムは我々が生きていくのに必須です。細胞の中と外の電位差をつくるために細胞内にカリウムがいっぱいたまっているわけです。今回問題になっているセシウムは実はカリウムと同じグループですので、カリウムと一緒にの形として取り込まれやすい。ですから、筋肉に高いと申し上げたのはそういうことです。ですから、一部は骨に行きます。

確かに、1970年前後に中国とかソビエトが大気圏の核実験をやった当時には、黄砂とかいろいろなものに紛れてたくさんのセシウムが日本に飛んできていたわけです。そのときのデータはちゃんとあるわけです。しかも、剖検で亡くなられた方の骨をはかってみると、骨からセシウムが結構な量出ているということが秋田大学におられた滝澤先生などのデータで残っています。少なくとも私たちの世代は若いときにかなりの量のセシウムが呼気と

ともに入っていたというようになるわけでありませう。

こういふことから、放射性物質ゼロのバックグラウンドはないということが1つの要因。では、どういふ形でデータをお示しすればいいのかといふたときに、低線量の場合にはどういふ形でいいのかといふのをかなり古い文献から調べていきました。そうしますと、ほとんどのデータが1年当たりの線量で示したのではなくて累積線量。といひますのは、発がんといふのは実際にDNAの傷が起きてから早いもので10年くらい、遅いものについては30年近くまでかかるわけです。だから、一生の間を経由して最終的にどういふリスクがあったのかといふことをフォローアップしています。

したがって、本当はそのリスクを1年当たりで示すことは難しいものなのです。ですから、一生の累積線量に対して死亡率がどうであったか、がん死亡がどうだったかといふことを評価しています。こういふことから累積線量をやはり一番の基準にすべきであろう。しかも、多くの年間線量の値として出されているものは、この累積線量に対してある一定の仮定で割り出してきたものだと。

例えば、1ミリシーベルトが一般人の安全域といふデータがあります。これはICRPのナンバー43だったと思いますが、かなり前のところにきちとした明確なデータで示されずに、ディスカッションのところにと書いてあるだけなのですが、実は100ミリシーベルト以下のところでは現時点で影響は検知できない。そうすると、その当時ですから人間の一生は70歳くらいだろうと。そうすると、1年当たり100で割って1にした場合には、安全側の見積もりとして十分であるから、通常の人にとって1ミリシーベルトといふ値を決めましょう、これが安全側の仮定なわけです。だから、年間1ミリシーベルトといふのは一生の値を単純に70で割って、それを丸めて1にしたといふのが本当のところらしいといふことがわかりました。

その根拠も実は累積線量から来ているといふことがあったので、我々も累積線量として出しましょうといふことで、7月の終わりに累積100ミリシーベルトでした。

もう一点は、純粋な実験とか内部被曝だけのデータは非常に限られていたわけです。したがって、外部被曝を含んだデータを用いて、それを使わざるを得なかったといふところで食品の許容率を具体的に示すことはできないといふことで、それは外部被曝と内部被曝が合わさった状態であったとしても、今回は内部被曝といふ形として扱ったデータにしま

しょうと。つまり、逆にいうと内部被曝と外部被曝について同じだけの影響があると仮定した上で答えを出しましょうということにしました。

というのは、広島、長崎は、よくみんなにあれは一瞬光ってみんな暴露されたのではないかとおっしゃいます。だから線量効果があって、その当時は食品が受けた低線量のものなどは影響がないのではないかと放射線の関係の先生方からは随分文句をいわれました。しかし、私が申し上げたのは、確かに広島、長崎はおっしゃるようにそうですけれども、あれはA B C C、米国が自分たちの安全、冷戦の結果でどういう急性の影響が出るかを調べたいから、都心部に近いところだけを集めたデータなわけです。だから、実際のところはよくいわれている黒い雨のところはとっていないわけです。そういうデータもあります。

それもそうだし、真ん中の部分であったとしても、実はそこにいた人はそこでの汚染された水を飲み、食品をとって、その当時仕方がなかったわけです。ある意味では内部被曝と外部被曝の両方の暴露のデータを落として、最終的に影響が出てきているということにならざるを得ないということなので、そのデータを両方のデータとして使いましょうと考えました。

もう1つ、疫学にしか頼れなかったということになってくると、疫学については非常に人にダイレクトなデータなのでいいのですけれども、交絡因子という要因があります。というのは、一番簡単なことを申し上げますと、DNAに傷をつけることによって、がんになるといいました。しかしながら、DNAに傷をつけるものは紫外線だってそうです。タバコだってそうです。お酒の中のアルコールのアルデヒドかもしれないし、いろいろなものがあるわけです。それは同じものにターゲットをもっていますから、いろいろな要因が実は生活の中であって、そのうちから特定の要因のものだけを抜き出すというにはそれなりの慎重な方法が必要なわけです。こういうもののほかの影響を交絡因子という言い方をします。こういうものをどうやって除くのかということがあります。

もう1つは、例えばケース・コントロール・スタディーという場合。つまり、がんになった人となっていない人をほぼ同じような地区の中から抜き出して調べるというやり方ですが、その場合には病気になった人、あるいはがんになった人については掘り下げ効果といって一生懸命調べるわけです。そうすると、そのことによる中立でないバイアスが出てくるということで、疫学をみていく場合にはどういうスタディーなのか、コーホートスタディーなのか、いろいろな方法についてそれぞれのバイアスがあるわけです。そういうも

のをある程度考えないと数値が上下してしまうということがあって、そういうものをみていただく。結局こういう専門家を集めるのが日本では少ないので大変だったのですが、いろいろな方にみていただいて、そういう評価をしていこうということでやっていったわけでありませう。

そういう結果の中で、一番確度が高いというデータで残ってきたものは、相反するデータが出てきたわけだ。それは1つに、インドの高線量地区で吸収線量が500ミリシーベルト/イヤーですが、これは30年間ぐらいだ。そのときでも発がんリスクの増加がみられない。インドのケララ地方というところでは砂の中に放射性物質を含んだ砂があって、そういうものの海岸地帯のところでは生活をしている人なのだが、そういう人とそれでない地区の間で、どうみても線量値としては500ミリシーベルトになるのだけれども、増加がない。これは30年間にわたったデータで、いろいろな死亡率とか戸籍のデータもほぼ確実になってきますので、そのデータとしてあるのですけれども、差がないというデータがある。

一方、広島、長崎の固形がん、それから白血病の死亡。先に白血病にいけますと、白血病の場合では日本のデータで、200ミリシーベルトのところでは白血病のリスクが明らかに出ていて、有意差が出ていたとありました。

広島、長崎のデータは世界的にみても非常に評価されているデータだ。なぜかということ、それは個々の人の個別のデータについて被曝量がどれくらいかということが特定されて、特定というのはその当時はなかったわけではなくて、後のインタビューとか、あなたは被曝当時どこに住んでいましたか、家の中ですか、爆心地からどれだけの距離ですかと個別について補正がされています。ですから、家の中にいるとどのくらいの線量が減弱したかということによって割り当てを直しているということだ。そういうデータがほぼ12万人分のデータとして集まっている。世界中でこんなデータはないわけだ。そういうデータであるので世界的には吟味されているデータで、低い線量200で出ているデータについては確度が高いと判断いたしました。

では、200は出るらしい。500は出ないデータはあるのだけれども、安全側にみれば低いデータは出たものの、一番低いものをとらざるを得ない。200は出る。では、どこまで下げられるのだということが非常に問題になりました。そのところで議論したわけですが、ダイレクトなデータで、それ以下の数値について示すデータは実は得られませんでした。

ただし、広島、長崎のデータについて、いろいろな形で線量値が傾いているわけですが、それを低い量から少しずつ上げていくと、どこで初めて有意差になるのかということもプレ斯顿が 2003年に報告してしまっていて、100までは出ないのですけれども、125で初めて有意差になるというデータがありました。これはダイレクトなデータではなくてシミュレーションですから、同じ重みづけはできないのだけれども、この辺、下限についてはこれ以上のデータがないわけです。ですから、100までは安全にしようと考えました。

というのは、もう一つ、米国のアカデミーでは、この広島、長崎のデータが12万人なのですが、0.5%の差を、放射線に対する影響を有意差として判定するにはどれだけの数の被験者がいるかというのが計算で出されてしまっていて、それが最低60万人なのです。その数字、12万人のデータを一度に暴露した、あるいは全体に均一に暴露した、途中山になるような形にしたということをランダム化して、これによってモンテカルロ手法ということでシミュレーションをやります。米国アカデミーはそういうデータをやっています、テストをしたデータを出させてみてシミュレーションした結果、半分以上で有意になるのはどこかというデータがつくられています。そういうデータからみても、ほぼこの辺の100~125のラインぐらいだろうというデータが米国の中で2007年に報告されています。

そういうことからみて、この辺が下限である、我々が出せる限界はこの辺の数値であろうということで、一応100以下のところでは相対リスクはないであろうと。我々はないのではなくて検出できない。つまり、プレ斯顿のデータを見て、125から上はとも出てくるけれども、100のところからは有意には出せないということ考えたわけです。ということで、一応は100という数字をみれば安全性は保てるのではないかとということで、この100という数字を基準に実効線量といたしました。

しかも、100というのは通常我々が受けている量を含んではいません。つまり加算です。ですから、年間1.5ミリシーベルト受けてしまっているわけです。それに生存年数プラス100ミリシーベルトまでは恐らく何らの影響は我々としては検知できないのではないかと。つまり、ここで追加の累積線量として100ミリシーベルト未満の健康影響について言及することは我々は現時点ではできませんということで、この辺を数値にしませんかと結論したというのが実際であります。

ですから、100ミリシーベルトは閾値ではないわけです。100ミリシーベルトだったら安全でもない。ただ、我々の科学的な見地からは、これについては検知できないし、いろいろなモデルがあるわけですが、我々のところでは実際に検出することは現在のサイエンスにおいては無理であるし、もう1つの問題点としては、DNAに傷がつくということは放射線以外で起きないのかと云ったら、実は起きているわけです。タバコでも起きていますし、紫外線でも起きている。そのリスクの程度は、100ミリシーベルトレベルだと多分タバコよりも少ないかどうかと考えられるわけです。

もう1つ、福島等でお話を申し上げていることは、例えば、もっと大量の放射線を浴びた、例えばインドの方もそうだし、職業的にいえば飛行機に乗っている方、パイロットとか機内でスチュワーデスをされているような方は何十年間になれば、かなりの量の被曝を受けているはずですが、しかしながら、地上勤務員と機内での勤務員との間の死亡率をみると、むしろ機内で仕事をしてきた人のほうが死亡率が低いというかなり長期間、50年間にわたったデータもあります。

それから、医療で放射線の治療に当たっている放射線技師の方については100年間のデータがあります。100年間のデータのうち、たしか1943年くらいだったと思いますが、その時点では、放射線防御に対するきちとしたやり方というか管理、使い方ができ上がっていないので、放射線の従事者のほうが死亡率が若干高いけれども、それ以降になると逆転しています。すなわち、放射線のきちとした使い方をしていけば、被曝量としてはあるはずなのだけれども、死亡率はむしろ低いということがあります。

これは何を意味しているのかということ、きっと放射線は浴びているのです。それでDNAに傷はついている。ケララ州のデータを見ても、実際インドのデータを見ても染色体異常は頻度が高く出ています。つまり染色体の傷はついています。しかし、がん死亡でみれば行かない。つまり、がんとかそういうものについては、それ以上に途中の段階でとまっているという考え方もあるし、非常に修復する能力を上げているために、通常、放射線を浴びたとしても、そのものを除去して影響が出ていないということもあります。

こういうことがかなりの人の数のデータとして蓄積されているわけです。ですから、以前の世代に比べれば我々も含めて多分放射線を浴びたでしょう。けれども、そのことが将来我々ががんになることを意味しているとは限らない。むしろ、どういう健康な生活を送るか。栄養バランスのとれた食生活を送るかということが実はがん化を防ぐことになるのだということを一般の方に伝えることが非常に重要なのだと考えています。

ですから、傷はついたかもしれないけれども、その傷が固定されているとは限らないし、固定されたとしても、染色体の異常ががん化のステップの途中でとまってしまって一生の間発病しなければ、少なくとも本人の世代に何の問題もないわけです。放射線を浴びたら私はすぐにがんになるのだと当時、皆さんに直結してとられてしまった。私もそれは反省していますが、あの当時こういうことを申し上げたら、あなたはそういうことを隠したいのじゃないといわれるのが落ちであったから、その当時私は、食品安全委員会の8月の時点で一般の方、新聞記者に話したときには、これはやめてください、これは話さない、今回は時間がたってからお話をしたほうがいいというので、あえてとめたきらいがあります。

そういうこともあるのですけれども、今の時点では実際に後にどうなるのかということについては、やはり生涯の線量で100ミリシーベルトになるかもしれない。福島の方の外部被曝。だけれども、たとえ浴びたとしても、それがすべてがんになることを意味しているわけではなくて、むしろどういう生活を送るか。質のいい生活をきちっとすることを心がけるといふことのほうが、より大きな意味をもつということをぜひ先生方からお伝えいただければと思っています。こういうことがやはり一番重要だろうと思います。



もちろんチェルノブイリの事例については、小児を対象として白血病のリスクが上がっているデータがあります。年齢が低いほどリスクが高いというデータがあります。こういうことから我々も、小児に対しては影響を受けやすい傾向があるから注意してくださいということを申し上げました。

ただ、チェルノブイリのデータについて、なぜそんなに多くを採用しなかったかという、爆心地からの距離だけで線量を当てはめています。先ほどいった広島、長崎のような、どこに住んでいて、どうだったかという個別の割り当てのデータではないのです。したがって、線量値については非常に不確定です。きちっと高い線量で影響が出たということは認めます。しかし、そのままのデータを採用することはしませんでした。

というのは、データが同じ線量であっても国によって影響が違っているわけですので、そのままの数値をそのままとすることはなかなかできない。けれども、濃度的には心配なので、今後については甲状腺がん、白血病については福島についてはモニターしていく必要があるだろうと申し上げました。

それから、ウランについては、放射性物質としてよりも、物質としての腎毒性が実が高いのです。というのは、今はウランを使うとしかられますけれども、昔はネズミにちょっとウランを打つと腎毒性で腎障害がすぐにつくれたのです。そういうことがあって腎毒性がターゲットであるということはある程度わかっています。実際、人の疫学調査で、北米、カナダとかアラスカのウラン鉱山の近くの水のところで、腎の尿細管への影響を示唆するようなデータがやはり蓄積されていました。

このデータについて、尿細管をターゲットにしたデータとして、この場合は通常のADI、さっきの動物実験の値からのデータですが、LOAELというものを出しました。NOAELはないのです。一番下のところまで無毒性容量が出ていなくて、一番下で毒性が出てしまっている。なので、これは100倍にはできない。これも大議論したのですが、3倍上乘せしようと。それで300倍の差をつくる。一応、人については動物でのデータの300分の1をかけた0.2にしましょうという形として評価したということになっています。

このように具体的に通常の手法がアプライできたのはウランについてだけということになるわけですが、ほかのものについては本来やればもう少し正確な数値がとれたかもしれませんが、現時点では食品に対してアプライできるようなダイレクトなデータは

なかった。逆にいうと、そんなときであっても何らかのきちっとした数値を出さなくては食生活は守れなかったということになります。こういう安全の係数は、食品ですから、幼児から老人、成人を含めて、当然のことながらそれに対するレスポンスは違うということにはわかっています。けれども、最もセンシティブな集団においても安全が確保できるようにするという観点からすると、どうしても厳しい数値をセットする必要がある。その結果として、今回申し上げたような数値になってきたということになります。

その影響は、DNAに傷はつくかもしれないけれども、発がん率として本当に影響が出るかどうかについてはかなりの安全を見越しているということです。実際に厚生労働省がいろいろなところを調べて、福島も含めて、結構高いところを含めても、実際に食品から摂取した分での放射能の今回での摂取量は昨年度として大体0.4ミリシーベルトであろうという形になっています。ですから、実際には食品からの摂取は1ミリシーベルトというところを十分クリアできる量になっている。実効は守られているだろうと思っています。

それから、お米とかいろいろなところで問題になっていますが、通常は、セシウムに関しても土壌に一たん入るとほとんどのものはイオンとして出ていかず、稲のところに吸収されないのですけれども、山でいろいろなところからイオン化してセシウムが残っているものが流れてくるような田んぼで、しかも赤土のようなところで、根からの吸収が悪く、流水からのイオンをどうしてもとってしまうような山間部の田んぼ、圃場のところからはセシウムのデータが去年でも出てきた。仙台の農政局とかいろいろなところで話を聞いてデータをみせてもらったら、そのようなところでは

ですから、今年についてはかなりのところで対策していただけるのだろうと思っています。実際については、今年のお米についてはそれなりにきちっとした管理をする。カリウムを多目にまくとか、花が咲くような時期のときにどれだけ水を流すとか、そのようなことをしていただけることによって、食に関してはかなり確保ができるだろうと思っています。

それから、家畜等についても、いつもあるわけではなくて、食品によって変わっていているわけです。カリウムと同じようにセシウムも動きますので、早く回転していくということ、それから飼料の管理をするということで、食品についても影響をミニマムにできるだろうということで、内部被曝に関しては恐らく昨年のようなことはなくて大分おさまってくるだろうと思っています。

ということで、1つは、きちっとした管理が行われていくだろうということ。もう1つ

は、すぐがんになるととるのではなくて、傷はついたかもしれない、それはそれで本当だと思います。だけれども、その傷が修復できないわけではないし、実際には傷がついたとしても、それが一生の間がんに至らないように我々が考えて対応しましょうということを生方からいっていただけると大変ありがたいということで、きょうのお話を締めくくらせていただきたいと思います（拍手）。

講師プロフィール

【略歴】

氏名 山添 康（やまぞえ やすし）

【学歴および職歴】

1971 昭和46年 3月 大阪大学薬学部卒業

1973 昭和48年 3月 大阪大学大学院薬学研究科修士課程修了

1973 昭和48年 4月 藤沢薬品工業入社 中央研究所勤務

1977 昭和52年 4月 慶應義塾大学助手（医学部薬理学）

1981 昭和56年10月 薬学博士（大阪大学）

1983～85 昭和58年4月～60年3月

米国FDA, National Center For Toxicological ResearchにVisiting scientist
として国外出張（Fred F. Kadlubar 発がん研究部門）

1990 平成 2年 4月 慶應義塾大学助教授（医学部薬理学）

1994 平成 6年 8月 東北大学教授（薬学部衛生化学）

2001 平成11年 4月 東北大学大学院薬学研究科教授（薬物動態学）現在

【賞罰】

昭和60年 6月 慶應義塾大学医学部三四会奨励賞

昭和62年 9月 日本癌学会奨励賞

昭和63年10月 日本環境変異原学会奨励賞

平成元年 3月 望月喜多司記念賞奨励賞（毒科学）

平成 2年10月 日本薬物動態学会奨励賞

平成 3年 6月 慶應義塾大学医学部三四会北里賞

平成 4年 3月 日本薬学会奨励賞

平成13年10月 日本薬物動態学会学会賞

平成16年 3月 望月喜多司記念賞学術賞