

## 飲食物の安全とリスクを考える～放射性物質の基準値の決め方と被ばく量の実際～

### 《今回の講演で話したいこと》

今回の講演では、飲食物の放射性物質の規制値がどのように決まったかということと、東京での飲食物由来の被ばく量がどのくらいだったか、についてお話しします。その前に、以下の3つについてお話ししたいと思います。

1. 世の中には放射性物質に限らず、様々なリスクがある。
2. ゼロリスクはありえない。
3. あるリスクを避ける行動が他のリスクを高めることがある。

### 《基準を満たす水が「ゼロリスク」というわけではない》

リスクというのはある種の危険性、可能性です。放射性物質だけではなく、基準値を満たす水や飲食物が「ゼロリスク」というわけではありません。

### 《放射性物質には閾値があるのか》

健康に影響を及ぼす可能性がある化学物質の基準値の決め方は2種類あり、閾値（いきち）があるかないかで異なります。閾値とは、あるレベル以下のものだったら影響を及ぼさない限界値のことです。つまり閾値より少なければ、ゼロリスクとなります。発がん性物質には閾値があるものもあれば、ないものもあります。遺伝子を傷つける発がん性物質については、低濃度でも、リスクがゼロにはならないわけです。

放射性物質の閾値の有無については研究者でも見解が分かれています。被ばく量が減るほど発がん率は直線的に下がるがゼロリスクにはならないと考えて、安全管理体制を整える、というのが一般的です。

### 《原爆による放射性物質の被ばく量とがん死亡率の関係》

広島、長崎の原爆のデータから、高線量の被ばくするときには、被ばく量が増えるにつれて発がんリスクが上がるといことが分かっています。しかしながら100mSv(ミリシーベルト)より低い被ばくでは、がんによる死亡者数が増えているか増えていないかが判断できていません。これは100mSv以下ならばがんにはならないということの意味しているというよりは、100mSvより低い被ばくで発がんが増えたかどうか判断できない、というのが正確なところです。

### 《高線量地域と低線量地域のがん死亡率の比較》

もうひとつ、疫学的なデータの例を紹介します。世界での年間自然放射線被ばく量は2.4mSvで、日本は1.5mSvです。インドのケーララ州は10mSvぐらいあります。このような地域で被ばく量の大小とがんの死亡率の関係を調べると、がんの死亡率に関する統計的に有意な違いは得られていません。これが低線量の被ばくによって、どのぐらいがんになるリスクがあるか分からないと言われている根拠の一つです。しかし累積被ばく量が100mSv以下ならゼロリスクということではなく、それはまだよくわからないということで、リスクがないこととは違うわけです。

## 《リスク評価とは何か》

そこで、分からないなりに、ある種の判断材料をもってして、安全管理体制を整えるために、リスク評価を行います。リスク値を出すと、他の色々な物質のリスクと比較することができます。比較ができるとそのリスクの大きさがわかり、判断材料に繋ぐことができるのです。

このリスクの比較について、魚を食べることの例をあげて話したいと思います。

魚は発がん性のあるダイオキシンや PCB が含まれている一方で、比較的質のいいたんぱく質源となります。魚を食べると冠動脈性心疾患のリスクが下がる傾向にあります。

発がん性物質の事だけを考えると魚を食べないでいると、冠動脈性心疾患のリスクが上がり、全体として死亡するリスクが上がる可能性があります。これが魚を食べるときのリスクのトレードオフになります。

## 《放射性物質の規制値の決まり方》

飲食物に関する放射性物質の規制値の決まり方についてお話します。

規制値の決め方の流れとしては、まず、年間に受ける被ばく量を考えます。この被ばく量が健康影響の度合いの指標になるものです。この指標には 2 つあり、実効線量と等価線量という指標があります。この 2 つは同じ Sv(シーベルト)単位で表わされますが、意味が異なります。からだ全体の影響を元に考える場合には実効線量を使います。飲食物の放射性セシウムの規制値は実効線量から算定されています。一方で、特定の組織、例えば甲状腺にたまった被ばく量から考える際には、等価線量を用います。放射性ヨウ素は甲状腺に特にたまりやすいという特徴があるため、飲食物の放射性ヨウ素の規制値は、甲状腺にたまった被ばく量から算定されています。

ICRP という国際的な機関によれば、からだ全部に年間 1000mSv 浴びると、10 万人中 1 万 7 千人ぐらいが発がんする可能性があると考えられています。一方で、甲状腺だけに年間 1000mSv 浴びて他の組織には被ばくがない状態ですと、10 万人中 325 人ぐらいががんになる可能性があると考えられています。このように同じ単位でも意味する数字が変わってきます。

年間で被ばくする量を設定し、食べる量とか、年齢別の Bq(ベクレル)と Sv の換算係数をもとに飲食物の放射性物質濃度を算出します。これが指標値、基準値、ガイドライン値、規制値などと言われている値です。

## 《原子力安全委員会によるヨウ素 131 の指標値の算定方法》

2011 年 3 月 17 日に提示された暫定規制値のうち、ほとんどの規制値は、原子力安全委員会によって算定された指標値を用いています。放射性ヨウ素については、事故後 1 年間で甲状腺における等価線量を 50mSv (実効線量に換算すると 2mSv に相当) 以下、それ以外の物質については事故後 1 年間において、実効線量で 5mSv 以下になるように決められています。50mSv や 5mSv という数字はどうやって決まったかという、ICRP によって提示された値に基づいています。この値が高すぎると安全性が損なわれる一方、低すぎると対策にコストがかかるという面から、安全性とコストのバランスから決められた指標です。すなわち、これ以下だからリスクはゼロである、ということを示した数字ではありません。そして、成人、幼児、乳児の食べる量や年齢別の Bq と Sv の換算係数をもとに、この被ばく量以下となるような飲食物濃度 (Bq/kg) を算出します。その中で、一番低い濃度が指標値として使われました。

具体的には、次のような手順になります。放射性ヨウ素 131 の指標値では、1年間で甲状腺における等価線量は 50mSv です。飲料水、牛乳・乳製品、野菜からそれぞれ放射性ヨウ素の 9 分の 2 ずつ、残りの 3 分の 1 はそれ以外から摂取すると考えています。食べる量や Bq と Sv の換算係数を考慮すると、飲料水における放射性ヨウ素の濃度は成人で 1270Bq/kg、幼児（5 歳）で 424Bq/kg、乳児（1 歳未満）で 322Bq/kg になります。この中で一番低いものを使おうということで、飲料水は 300 Bq/kg とされました。同様のやり方で、牛乳・乳製品を 300 Bq/kg、野菜を 2000 Bq/kg とされました。

指標値の算定の上での最も大きなポイントは、飲食物の放射性物質濃度が半減期にしたがって減少すると仮定しているということです。これはどういうことかということ、例えば飲み物の 300Bq/kg という放射性ヨウ素 131 の規制値というのは、300Bq/kg をずっと飲み続けるという仮定ではなく、8 日後は 150Bq/kg、16 日後は 75Bq/kg というように半減期によって濃度が減っていくと仮定しているということです。いい換えれば、規制値が毎日更新されるというような意味あいの数字でした。

### 《原子力安全委員会によるセシウム 134、137 の指標値の算定方法》

放射性セシウムについては、1年間の実効線量を 5mSv としました。このうち飲料水、牛乳・乳製品、野菜、穀類、肉・卵・魚介類からそれぞれ 5 分の 1 ずつ摂取すると考えています。またこの指標値は放射性ストロンチウムと放射性セシウムの合計で 5mSv となるように考えています。放射性ストロンチウムは測定が難しく、毎回測ることはできないので、放射性セシウムと放射性ストロンチウムの合計で 5mSv 以下になるように、放射性セシウムの規制値を決めた、ということなのだと思います。

放射性セシウムの指標値の算定における大きな特徴は、汚染されたものを 50% 食べ、何も汚染されていないものを 50% 食べる、という仮定をおいていることです。この仮定だけで実は規制値が大きく変わってきます。100% 食べると仮定すれば、指標値はこの 2 分の 1 ですし、5% 食べるとすれば 10 倍になります。ただ、私たちは、海外からの輸入品や西日本の飲食物も食べています。市場を経由した飲食物を摂取するような場合では、放射性ヨウ素や放射性セシウムが規制値ぎりぎりの濃度で含まれている飲食物を 50% も食べるということは、現実的には考えにくいと思います。

### 《新基準値》

平成 24 年 4 月から施行された新基準値は、半減期 1 年以上の放射性物質を対象としています。半減期 1 年以上の放射性物質の全ての合計実効線量が 1 年間で 1mSv 以下になるように、放射性セシウムと各放射性物質の比率を考えています。飲料水については 0.1mSv、一般食品については 0.9mSv を割り当てました。一般食品については、汚染されたものを 50%、汚染されていないものを 50% 食べると考えて、年齢と性別で詳しく分けて算出し、一番低いものを基準値として採用しました。さらに乳幼児製品と牛乳は、一般食品の半分にすると決めました。

### 《規制値の算定方法を知って考えたこと》

放射性物質濃度が減少することを想定していることを知った時には、驚きました。規制値の算定方法を知るまでは、放射性ヨウ素 131 の濃度が 300Bq/L の飲料水や牛乳・乳製品、2000Bq/kg の野菜などを毎日摂取しつづけると、目標となるような被ばく量になるのだろう、と思っていたのです。たしかに、放射性ヨウ素の濃度がずっと減らないと考えるよりも、減ると考えて規制値を設定するのは理に適ってはいるかな、とも思うのですが、当初誤解していただけて驚きました。また、規制値ぎりぎりの濃度の

飲食物を放射性ヨウ素については 100%、放射性セシウムについては 50% 摂取する、というのは現実的にはあり得そうになく、実際に摂取している量はもっと少ないだろう、とも思いました。そこで、実際にどれだけの被ばく量があったのかということを知りたくなりました。それが、次に紹介する研究を始めたきっかけです。結果的には、東京における被ばく量は、規制値を決める上で設定した被ばく量（放射性ヨウ素ならば甲状腺等価線量で年間 50mSv）よりもはるかに低いものでした。

### 《東京における飲食物由来の放射性物質の被ばく量とリスク推定の手法》

私の研究では、厚生労働省や東京都健康安全研究センターの公表値を使って、東京における飲食物由来の被ばく量を推定しました。具体的には、地域別に野菜や飲食物別の濃度を整理して、この野菜が東京にはこのぐらいのシェアで各地から入ってくるということを計算し、東京に入ってくる平均濃度を計算しました。平均濃度を計算して、こういう飲食物はそれぞれ何グラム食べるということを計算して、出荷制限のあった 3 月 21 日から 1 年間の被ばく量を出しています。飲料水については、新宿区の水道水の値を用いています。出荷制限や乳児向けのボトル水の配布があったので、出荷制限についてはその当該地域で作られた食べ物からの被ばく量がなくなるという計算、ボトル水の配布については、ボトル水の出た分だけ乳児はその分の飲み水の被ばく量がゼロになるという計算で対策効果を算出しています。

放射性ヨウ素 131 については、放射性ヨウ素が欠乏している状態（放射性ヨウ素が比較的、甲状腺にたまりやすいという状況）を仮定しています。実際の被ばく量は、これよりも低くなっていると思いますが、ここではそういう仮定で計算しました。

この研究では、経時的に 3 月の段階からどのように変化したかを出しています。それから半減期の短い放射性ヨウ素については、今飲食物を測っても推定できませんから、その推定ができたということが特徴です。また、出荷制限やボトル水の配布といった対策の評価ができました。

### 《他の研究との比較》

私は公表されたデータをたくさん集めてきて推定するというアプローチでしたが、一方で実際に飲食物を取ってきて測るアプローチで推定した方もいました。例えば、京都大学と朝日新聞のグループでは、家庭で実際に食べている料理を 1 食分多く作ってもらってその飲食物の放射性セシウムの濃度を測るという方法をとっています。また、厚生労働省では、実際に流通している飲食物を取ってきて、混ぜて測るということをしています。こういう方法は、その飲食物が流通していたその時の測定値という意味合いになります。私の研究で推定した同じ時期のものと比較すると、私の研究の値の方が少し高めの 2~3 倍程度の違いとなり、ある程度うまく一致したと思っています。

### 《放射性ヨウ素 131 および放射性セシウム 134、137 の平均被ばく量》

出荷制限や乳児用ボトル水配布といった対策がなかったと仮定した際の放射性ヨウ素 131 の甲状腺等価線量は成人で 0.42mSv（実効線量換算で 17 $\mu$ Sv）、幼児で 1.49mSv（同 60 $\mu$ Sv）、乳児で 2.08mSv（同 83 $\mu$ Sv）でした。一方、出荷制限などの対策によってそれぞれ成人で 0.28mSv（同 11 $\mu$ Sv）、幼児で 0.97mSv（同 39 $\mu$ Sv）、乳児で 1.14mSv（同 46 $\mu$ Sv）まで減少し、対策によって 33%~45%の低減効

果があったと推定されました。

一方、放射性セシウム 134、137 については、対策がなかったと仮定した時の実効線量が成人で 8.3 $\mu$ Sv、幼児で 3.4 $\mu$ Sv、乳児で 2.7 $\mu$ Sv であったのに対し、対策の実施によってそれぞれ 6.6 $\mu$ Sv、2.8 $\mu$ Sv、2.3 $\mu$ Sv まで減少したと推定されました。低減効果は 14%~21%と推定されました。放射性ヨウ素 131 と放射性セシウム 134、137 の合計被ばく量（実効線量）は対策を行ったことで、成人で 18 $\mu$ Sv、幼児で 42 $\mu$ Sv、乳児で 48 $\mu$ Sv と推定されました。対策によって 29%~44%の削減効果があったと見積もられました。

飲食物には自然にある放射性カリウムが入っていて、200 $\mu$ Sv ぐらい年間で摂取しています。事故由来の飲食物の放射性物質の被ばく量は、その数分の 1 から 10 分の 1 ぐらいということになります。

### 《累積被ばく量の経時変化》

次に累積被ばく量を見ていきたいと思います。放射性ヨウ素については最初の 2 週間でぐっと上がってその後は増えていません。放射性ヨウ素は半減期が短いということもありまして、最初の 2 週間でほぼ 80%の被ばく量になります。対策を素早くとることが大事だったということがわかります。あらかじめ事故が起きる前から指標値を設定しておいて、事故が起きた時にはすぐ対応することが重要だと改めて思いました。

一方で放射性セシウムですが、今では、水道水や野菜から放射性物質はほぼ出ていません。その他の飲食物などに由来する被ばくがわずかに続いています。放射性カリウムと比べると 2 桁くらい低い被ばく量です。

### 《本研究で用いたリスク評価手法》

これがどのぐらいのリスクになるのか計算しました。今回、原爆で起きた疫学データの発がんリスクを使い、年齢別のリスク係数を使って出しています。私の計算では、放射線量は低くても直線な関係があるという仮定をおいて出しています。これは過大評価のもとでリスクを算定しています。

これはどういうことかということ、実際に原爆の被ばくは一瞬で浴びますが、今回は、徐々に浴びるといふ被ばくになります。徐々に浴びるといふ被ばくと瞬間的な被ばくを比べると、同じ被ばく量でも、徐々に浴びる被ばくの方が発がんリスクは小さいと知られています。ICRP ですと、2 分の 1 になるとされています。私の計算では小さくならないという仮定で出しています。最大ここまでのリスクがあるというのを見積もりたかったということです。

また、がんにかかって死亡する場合とそうでない場合を区別して計算しています。

一方で、他の環境中の発がん性物質である自動車排ガスやベンゼンといったものや、自然放射性カリウムの一年間の被ばく量における生涯発がんリスクを出し、比較を行いました。

### 《他の発がん性物質や事故・病気等との比較》

放射性ヨウ素 131 について発がんリスクを見ると、最大に見積もって乳児は 10 万人に 3 人、幼児は 2 人、成人では 0.3 人になります。放射性セシウム 134、137 は、乳児、幼児、成人で 10 万人中に 0.3 人という計算になります。これは、自然放射性カリウムやディーゼルの粒子を 1 年間摂取した時の発がんリスクよりも低いレベルです。がんにかかって死亡するリスクの場合は次のようになります。放射性ヨウ素 131 では、成人にて 10 万人中 0.02 人、幼児にて 0.1 人、乳児にて 0.2 人、放射性セシウム 134、137 では、成人、幼児、乳児にてそれぞれ 10 万人中 0.08 人と算定されました。

交通事故で年間 10 万人中 4.5 人、入浴中の水死で 2.6 人が亡くなっています。こういったものと比べると、一桁少ないぐらいと算定されました。

これが昨年 1 年間の被ばく量におけるリスクと見積もられた結果です。今は放射性ヨウ素がほぼなく、放射性セシウムについても減ってきていますので、これよりも低いレベルと考えられます。

### 《飲食物の放射性物質のリスクトレードオフ》

最後にリスクトレードオフについてお話ししたいと思います。

放射性物質のリスクはあり、ゼロではありません。ですので、できるだけ避けたいと思うところですが、市場にある飲食物の原発事故由来の放射性物質は、放射性カリウムと比べて無視できるレベルですし、また、他のリスクと比べて大きいというわけではありません。

私の周辺に、2011 年 5 月ごろに飲食物を購入するために関西地域まで車で行った知人がいましたが、交通事故で死亡するリスクの方が高いのでは、と思いました。

それから魚を食べないことによる弊害もあります。魚がちょっと汚染されているかもしれないから、肉を食べようというのが続くと、それはそれでやはり冠動脈性心疾患のリスクが上がると思います。

また、飲食物の放射性物質の分析は、方法にもよりますが、1 サンプルに 2 万円かかります。しかし、全部測らないと安心できないというのは、極端すぎるのではと思います。飲食物の放射性物質を測定するために過剰なコストをかけるより、医療の拡充や除染などの対策にお金をかけた方が多くの人命が助かるのでは、と思います。測定をすることはもちろん重要ですが、全部測らないと安心できないというのは、安心を追い求めて、結果的に危険を負ってしまう、となりかねません。

放射性物質のリスクひとつとっても、避ければリスクが下がっているかというところではなくて、様々なリスクが世の中にはあって、飲食物のリスクを下げた結果、実は他のリスクが上がっている、ということもあります。そういうことを踏まえた上で、行動をとることが大事ではないかと思っています。

以上