

第  
10  
章

&lt; 総合討論 &gt;

## 発がんリスクをめぐる諸問題

佐渡 敏彦, 渡邊 正己, 清水 由紀子, 島田 義也, 甲斐 倫明,  
稲葉 次郎, 前川 昭彦, 福島 昭治, 大津山 彰 (発言順)

佐渡敏彦 以前に、本書の執筆者の何名かが集まって本書の全体構想について意見を交わしていたときに、目次にあげた個々の章では取り上げることができないか、あるいは十分に論じ切れないけれども、本書のどこかでぜひ触れておいたほうがよいと思われるトピックスや、執筆者の間で意見の分かれる可能性がある問題などについては、総合討論の場を設けて、そこで取り上げるようにしようとお話しておりました。そこで今日は、それらのトピックスを加えて、総合的に討論したいと思います。

## 1. 放射線による健康リスクに関する疫学調査

佐渡 本書の出版を考えるきっかけとなったのは、皆さんと一緒に「放射線発がんのしきい値問題」について議論しているうちに、われわれが議論している低線量あるいは低用量域の放射線あるいは環境発がん物質による発がんリスクの問題を、この領域の専門家ではない、多くの人たちにも理解してもらえるような本が必要だという意見が強くなってきたことでした。そこで、本書では、第1章（リスク評価の意義と限界）で、そもそも「リスク」とはどういうもので、なんのために「リスク評価」が必要なのか、そして「リスク評価」はどのような方法で行われるのかといった基本的事柄から「リスク評価の限界」までを含めて、甲斐先生にわかりやすく解説していただきました。この章の図1.2には、低線量の放射線被ばくによる過剰の発がんリスクを統計学的に信頼できるレベルで検出するには、どれくらいの規模の大きさの集団が必要であるかが非常にわかりやすいカーブで示されていますので、この図を見れば、これまでに行われてきたさまざまなヒト集団についての疫学調査研究の結果がどの程度信頼できるかについてのおおよその見当がつかののではないかと思います。

人における低線量放射線の発がんリスク評価に関しては、いうまでもなく原爆被爆者の疫学調査から得られた情報とその基礎になっているわけですが、それ以外にも医療目的のためにさまざまなレベルの線量に被ばくした集団や、原子力関連施設での作業員あるいは原子力関連施設の事故による被ばく者の集団、および高自然放射線地域の住民などについての疫学調査から得られたデータがあります。これらの疫学調査で得られた知見の主要なものについては「第4章 放射線による発がん 1. 外部被ばくによる人の発がん」で清水先生が非常に要領よくまとめてくださいました。そこで、まず、人における放射線発がんリスク評価の基礎となる情報を提供している原爆被爆者の過

剰発がんリスクの線量反応に関して、この機会に質問あるいは確認しておきたいことがあれば、発言してください。

**渡邊正己** あまり疫学調査のことを知らない私からいいますと、疫学調査の解釈の基礎になるのはやはり線量だろうと思います。被ばく線量の推定にはかなりの誤差があるのではないかと考えられます。そうだとすれば、それは線量反応データを理解するうえで必要ですから情報としてぜひ入れてほしいですね。

もうひとつは、線量反応の解釈に関することです。私は学生への講義で第4章の図4.5, 図4.6をよく使うのですが、これらの図では、ひとつのグラフのなかに、単純な数理モデルで説明できる部分(2~3Gy以下)と、説明しにくい部分(2~3Gy以上)があるように思います。これらをどのように解釈するのかについても、疫学調査に実際に関わってこられた清水先生の解釈を直接に聞いておきたいと思います。

**清水由紀子** 先生のいわれるとおり、放射線の人体影響を調べるためには、被爆者個人の被ばく線量をできるだけ正確に推定することが不可欠です。原爆放射線の線量推定の誤差に関しては、第4章の原爆被爆者調査の項で説明しております。誤差には原爆の出力などに起因する系統的誤差と被爆者が原爆投下時にいた場所、遮へい状況などの情報の不確定要素を主因とする非系統的誤差(確率的誤差)があり、系統的誤差に対して、放影研は、線量推定方式をT65D, DS86, DS02と何度も修正改訂し、できるだけ正確な線量推定を行う努力をしています(Box 4.2)。確率誤差はどの線量方式にも共通ですが、リスク推定値、線量反応曲線の形状などに及ぼす影響を小さくするために、放影研では、通常、極端に高い線量の人を除いて解析したり、ある一定以上の線量はその線量に置き換えて解析したりしています。

次に、先生が指摘された白血病(図4.5)と固形がん(図4.6)の線量反応の図では、0~2, 3Svまではリスクは上昇していますが、それ以上では横ばいになっているか減少しています。通常、発がんリスクの線量反応曲線は被ばく線量とともに増加する項と被ばく線量とともに減少する項の積で表され、2番目の項は高線量での細胞致死の影響を考慮するものです。低線量ではこの影響は無視できるものです。図4.5, 図4.6の高線量域(2, 3Sv以上)で線量反応曲線が横ばいになっているのはこの細胞致死効果かもしれませんが、単に被ばく線量の誤差のためかもしれません。どちらの理由であるかはわかりません。低線量域の線量反応に注目する場合は、混乱を避けるために高線量域を除いた図を示したほうがよいかもしれません。

**佐渡** 先ほど、総合討論に入る前に、渡邊先生が質問しておられた1Gy以下の線量に被ばくした原爆被爆者では寿命の延長、つまりホルミシス効果が見られるという長崎大学の報告(Mine M, et al. Int J Radiat Biol. 1990; 58: 1035-1043.)と、そういう証拠は得られなかったという放影研の報告についての解釈あるいは調査方法の違いについてもここで議論しておきましょうか。

**渡邊** 方法論が明確に示してあれば問題はないのですが、私を含めて多くの方は、発表された死亡率の図を見て、長崎大学も放影研も同じデータを使っているのに、違う解釈がされているのではな

いかと思うことが何度もありました。こうした事態は避けたほうがいいのではないかと思います。示されたデータから一部の研究者はしきりにホルミシス現象を強調していますよね。しかし、同じデータを使って、それを否定する人もいるのですから、一般の人から見ると、同じデータを使ってどうして解釈が違うのか？ と疑問になりますね。そうなったとき両者が互いに「いや、私は知りませんよ」と答えておられますが、どうなのでしょう。

**清水** UNSCEARとかICRPで引用されている原爆被爆者調査というのは、放影研の寿命調査のことです。広島大学、長崎大学もそれぞれ独自の原爆被爆者の調査集団を設定して調査をしています。調査開始時期、調査集団の設定方法、追跡方法は放影研の寿命調査と異なります。

**渡邊** 最近、放影研で公開されたデータを使って解析したとっておられますよ。このデータはオープンになっているでしょう。そうだったらいいのですが。

**清水** 寿命調査の結果は、定期的に報告書を作成して公表しており、報告書に使用されたデータも放影研のホームページからダウンロードできるようになっています。しかし、先ほどの長崎大学の報告は、長崎大学が独自に調査対象としている集団に対するものです。放影研の調査では、特定の低線量に被ばくした原爆被爆者が対照群と比べて長寿であることを支持するような結果は得られておりません (Cologne JB, Preston DL. Lancet. 2000; 356: 303-307.)。

**佐渡** 同じ原爆被爆者といっても、まったく同じ集団を調べているというわけではないので、論文を読むときに、それぞれの研究グループがどのような調査集団について、どのような方法で調べられたものかを注意して読む必要があるということでしょうね。ただし、長崎大学の調査 (Mine M, et al. Int J Radiat Biol. 1990; 58: 1035.) では、1970～1988年における男性のがん以外の病気で死亡率が0.5～0.99Gyでは対照群と比較して統計的に有意に低下しているといっているのであって、女性のがん以外の死亡率、男女のがん死亡率まで低下が観察されているわけではありません。

**島田義也** 原爆被爆者の話で、ピアース (Pierce DA, Preston DL. Radiat Res. 2000; 154: 178.) が、固形がんでは低線量部分で上に凸のカーブを、でも全体としては直線がフィットすると報告していますが (第4章図4.8)、それについて清水先生はどのような解釈をされますか。上に凸についてですが、まだ低線量放射線発がんのメカニズムがわかっていないので難しい問題だとは思いますが、統計的な解析方法や非被ばく群の設定の仕方とか、モデルの選び方などで、いろいろ線量効果関係が変わることが考えられますが、清水先生は直線だと思われませんか。それとも低線量域で上に凸であると思いませんか。

**清水** 現在、寿命調査集団の約半数の人が生存しており、将来、固形がんの線量反応曲線の形が変更になる可能性もありますが、ピアースの論文のデータに関するかぎり、直線だと思っています。0.15～0.3Svのあたりで、直線で推定されるリスクよりも高くなっている部分があり、これに注目して生物学的意味付けも行われていますが、これの統計的有意性を判定することは難しく、私自身は誤差範囲内だと思っています。

**佐渡** 原爆被爆者の健康影響に関する疫学調査に関しては、最近、過剰の発がんリスクだけではな

く、がん以外の晩発性影響も認められるようになったと報告されています (Shimizu Y, et al. Radiat Res. 1999; 152: 374-389.)。そこで、清水先生、がん以外の晩発性影響としては、どのような疾患が、どのような線量反応で発生しているのかについて、簡単に説明していただけませんか。

**清水** 原爆被爆者ががんのリスクが高いことはよく知られていますが、最近、放影研の寿命調査集団において、がん以外の疾患による死亡率についても被ばく線量に伴うリスクの上昇が示唆されています。統計的に有意な増加は、循環器疾患（脳卒中、心筋梗塞など）、呼吸器疾患（肺炎など）、消化器疾患（肝硬変など）に観察されています。1Svの放射線に被ばくした人の死亡率の増加は約10%とがんに比べるとかなり小さく、線量反応は、統計的に非直線性を示す証拠はありませんが、0.5Sv以下ではリスクは無視できるほど小さいか0である線量反応曲線にも矛盾していません。

**佐渡** もうひとつ、原爆被爆者の健康影響に関連して、お聞きしたいのは原子爆弾への被爆というきわめて強烈な精神的および肉体的ストレスが被爆者の健康に及ぼす長期的な精神医学的影響です。これまで放影研ではこの問題についてデータを解析するうえでどのように考え、あるいはどのような扱いをしてこられましたか。もし、何かお話できることがあったら聞かせてください。

**清水** 残念ながら、これに関しては放影研ではほとんど研究されてないと思います。一応、下記に放影研のホームページに掲載されている「精神面への影響」を示しておきます (Box 10.1)。「原爆被爆者に精神的ストレスが大きい」であろうという報告は原爆投下直後にいろいろ調査されているようですが、「その精神的ストレスの健康に及ぼす影響」についての報告はないのではないかと思っています。疾患に罹患した人を除いた集団について、疾患に関連した身体症状の頻度、疲労度などを被爆状況別に調査した場合、近距離被爆者のほうが身体的精神的なさまざまな症状を訴える傾向があることが報告されています。(山田美智子、佐々木英夫。精神神経科ならびに心理的影響。放射線被爆者医療国際協力推進協議会・編。原爆放射線の人体影響1992。東京：文光堂；1992。p.144-148。)

#### Box 10.1 原爆被爆者の精神面への影響

原爆被爆者は被爆直後から身体的、社会的、心理的要因からさまざまなストレスを経験しましたが、その心理的精神的影響は著しいと思われます。被爆者はまず、熱傷や外傷を受け、続いて一見異常がないと見えた人にも、脱毛、出血、下痢といった急性放射線症状が出現するようになりました。また、家族の死や生活基盤の崩壊にあい、後障害として、がんが増加していることが報道されると恐怖と不安は増大しました。原爆の場合には、被爆者における訴えのどこまでが心理的精神的なものか、または、放射線によって生じたのか、いまだによくわかっていません。身体的影響に関する研究が多数あるのに対して、被爆の心理的精神的影響に関する調査は少ししかありません。しかし、1950年代に広島、長崎の精神科医らは、被爆者にあらゆる愁訴が増加しており、しばしば全身疲労、健忘症、集中力の欠如など神経症のような症状や、動悸、ほてりや冷感、といった自律神経失調症に見られる症状を訴える被爆者がいると報告し

ています。放影研のアンケート調査の結果、被爆者には、洪水、地震、火山噴火など非常に強い恐怖を伴う体験の後に発生する外傷後ストレス障害といわれる症状がたくさんあったことがわかりました。症状としては、めまい、意識喪失、頭痛、吐き気のような身体的症状から、恐怖体験を思い出し混乱する、反応性が低下する、体の一部が動かない、罪悪感を持つ、気持ちが落ち込むなどが報告されています。

原爆放射線の精神面への影響について今後もさらに調査する予定です。

(放射線影響研究所ホームページ <http://www.rerf.or.jp/>より)

## 2. 三朝温泉住民の疫学調査とラドンの発がんリスク

**佐渡** 本書の企画の段階で、本文では特に取り上げないけれども、総合討論では触れておいたほうがよいと指摘されていたいくつかのトピックスのひとつは、一般の人たちに放射線の人体への影響について話をするとき、よく質問される「ラジウムあるいはラドン温泉は本当に健康によいのか」という問題です。この問題については、ラドン温泉で有名な鳥取県の「三朝温泉地区の住民についての疫学調査」がありますので、まず、甲斐先生からこの調査結果の概要を話していただけませんか。

**甲斐倫明** ラドンの健康影響、つまりプラスの健康影響の論文 (Mifune M, et al. Jpn J Can Res. 1992; 83: 1~5.) は、三朝温泉地区で、標準化死亡比 (年齢構成の異なる集団の死亡率を比較するために、標準的な年齢構成に合わせて計算した期待死亡数に対する実際の死亡数の比) で見た全がんが有意に低いと報告しました。このとき、肺がんの相対リスクは有意ではなく、むしろ胃がんの相対リスクが有意に低いとされました。この論文は、ラドンのプラスの健康影響を示す論文としてときどき引用されることがありますが、注意する必要があります。なぜなら、同じ研究グループが調査期間や方法を変えて調べたところ、全がん発症率に有意な傾向は認められていません (Ye W, et al. Jpn J Can Res. 1998; 89: 789~796.)。なぜ異なる結果となったかについては、最初の論文ではラドンの被ばく地域の設定や死亡数データの問題点などが指摘されています。また、肺がんに注目したケースコントロール (症例対照) 研究においてもラドンレベルの高い地域とそうでない地域との間に有意な傾向は認められませんでした (Sobue T, et al. J Radiat Res. 2000; 41: 81~92.)。三朝温泉地区のラドンの一連の研究からは、少なくとも現時点では、ラドンが発がん率を有意に減らすというデータは得られていないといっているのではないかと思います。

**稲葉次郎** 胃がんが減るといえるのは、他のグループと比べてですか。対照はなんですか。

**甲斐** 前に述べた2つの論文 (Mifune M, Ye W) では、ラドンの高い地域で低い周辺地域と比べて胃がんの発症率が低いということが一貫した結果として得られています。しかし、このことについては、著者らも放射線以外のリスク要因の違いであろうと考察しています。ラドンの被ばくという点から見ると、三朝温泉地区の人たちがラドンの吸入なり温泉水の飲用で、本当にラドンによる