

放射性物質の遺伝子への影響について

さいたま教区助祭 矢吹 貞人

はじめに

福島第一原発事故以来、原発の安全性を信じて近くに住んでいたものの、突然避難生活を強いられることになって途方にくれておられる方々はもちろん、多くの人びとが、今、放射線の恐ろしさにおびえていると言えないではないでしょうか。ある人は心配しすぎだと言ひ、別の人はむやみに安全だと言ひ、と言ひ、私たちは何を信じていいのか分からず、悩みと不安の中で暮らしているのが実情と言えましょう。

かつて分子生物物理学の一研究者として、特に遺伝子(DNA)の研究者として四十年近くも歩んできた者として、一体どんな風に考え、安心し、また心配し

ているのかを皆さまに率直にお話ししよう、そうすれば、少しはお役に立つことがあるかもしれないと思ひ、この小文をお届けすることにしました。皆さまが放射線の人体への影響の話を知りたり、考えようとなさる時の一助になるなら幸いです。

Q 放射線が当たると私たちの遺伝子に傷がついてしまつと聞きましたが、本当ですか？

そうですね。あくまで確率的な現象としてですが、傷がつく可能性があります。

実は、原発の事故などなくても私たちの身の回りに自然放射線と呼ばれるいろんな種類の放射線が飛び交っています。大地にそもそもいろんな放射性物質が含まれているのですが、それらからの放射線とか、空气中に含まれる放射性物質からの放射線、宇宙からの放射線、食物中に含まれる放射性物質からの放射線などがそうです。

ですから、原発事故で初めて放射線を浴びるようになったのではなく、身の回りに常々存在している、そのようないろいろな放射線によって、私たちの細胞中の遺伝子はいつも傷つく危険にさらされているのが真

実の姿です。そして、実際に傷つけられています。

Q 傷ができて、遺伝子は大丈夫なのですか？

心配ですよね。でも、安心してください。この地球上の生命は長い歴史の中で、遺伝子を守る優れた能力(防御システム)を獲得しています。傷ができて、それをすぐに見つけ出して、その傷を取り除き、もどどおりの遺伝子にほぼ完璧に戻すことができるのです。

それは、地球上の生命は常に放射線を浴びながら、その中で、さらにはそれを上手に使って進化してきたものだからなのです。ですから生物、また細胞中の遺伝子にとって、ある程度の放射線を浴びながら暮らすのは普通の状態です。たとえ放射線で傷ついてもすぐ治せる力を身につけているのです。まずは、ぜひ、このことを念頭に置いた上で、心配すべきなのかどうか、正しく判断してほしいのです。

Q 遺伝子の傷はどのように治されるのですか？

遺伝子の本体はDNA(核酸の一種)という分子で、ひも(鎖)状の分子二本が二種類の塩基対(A・T対とG・C対)と呼ばれる化学結合で結ばれてより合わ

された、美しい二重らせん構造をしています。まるで、らせん状階段のようです(次頁の図を参照。小球は構成する原子を表す)。二本の鎖をつなげている塩基対がちょうど階段の一つのステップのような構造です。

そのひも状の分子はそれぞれ塩基がつながったものですが、塩基の種類はたった四種類で(A、T、G、Cと表記します)、一つの鎖上のその並び方が遺伝の情報となつていのです(図2)。しかも、二本の鎖上の塩基の並び方はちょうど裏と表の関係になつていて(相補的と呼ばれます)、遺伝情報としては片方の鎖さえあれば十分な構造になつていのです。ですから、もし、放射線が当たつて、片方の鎖の塩基が外れてどっかに行つてしまったとしても、どの塩基が取れたのか完全に知ることが出来る構造になつていのです。生物の「種の保存」の観点からは、その遺伝情報は簡単には変化してほしくないわけですが、DNAはそのような構造になつていというわけですが、素晴らしいではありませんか。

さて、放射線が当たるとDNAにどんな傷がつくかと言えば、異常な化学結合が生じたり(隣の塩基と結合したり)、鎖のどこかが切れたり、分子の一部が欠

いいと言えます。
しかし、細胞が有しているこの優れた能力、遺伝子の傷を発見し、修復する分子集団の能力には限界があります。つまり、傷の手当てが終了しない前に、新しい傷がつけられてしまうほど放射線が強く降り注いだら、お手上げとなってしまいます。ですから、どれ

「想定内」のことで、ほぼ万全の態勢が整っているため、やってくる放射線のレベルが細胞の「想定内」のレベルに収まっている限りは、むやみに怖がらなくていいと言えます。

Q それでは、放射能は怖がらなくてもいいのですか？

付け加えれば、もしこの修繕作業が百パーセント完全に行われるとしたら、生物は進化できないということになります。しかし、嬉しいことに、神ならぬ分子たちが行う作業であるため、このようにほんのわずかな確率で間違いを起こしてくれる結果、長い時間をかけてですが、生物は進化を遂げることができたのです。生命の神秘に改めて驚かれるではありませんか。

けたり（塩基の一つが外れてなくなってしまう）するところなどが起こります。すると、美しい二重らせん構造が、その傷の部分だけ少しだけ形が崩れたり（ゆがんだり）、二本の鎖のうち一本のどこかが切れてしまったり、欠けた部分が生じるようになります。細胞（以

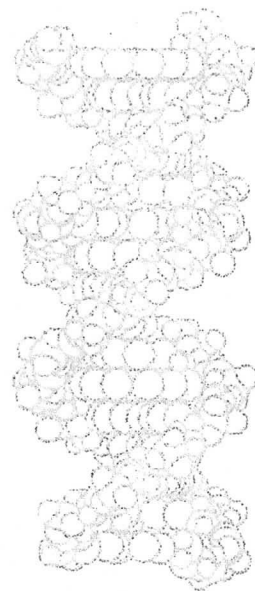


図1

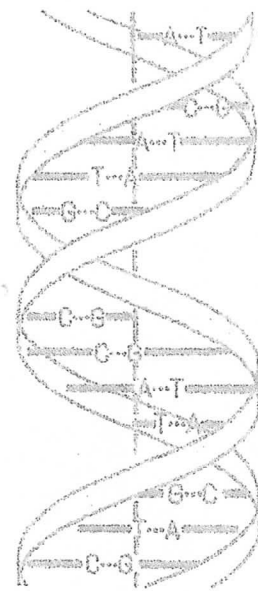


図2

下、すべてヒトの細胞の意味です）の中にはそのような構造のゆがみや鎖の切れ目、欠けた塩基などを見つけてるのが専門の分子（酵素と呼ばれるたんぱく質の一種）が存在し、放射線でできた小さな「傷」をほとんど見落とすことなく発見してくれます。そして、ゆがみの部分を切り出して取り除き、続いてその傷の部分の手当てをする（取り除いた部分をもとどおりに正しくつないでくれる）別の種類の分子（修復酵素と呼ばれます）が傷の手当てをします。もし、見つけたものが放射線で「塩基が欠けた傷」であれば、そこへ「二本鎖の裏」と表の関係を利用して、正しい塩基をそこへはめてもとどおりになおしてくれます（欠けた部分の相手の塩基がTだったら、Aを入れる、といった具合に）。この一連の作業で酵素が間違えう確率は、十の八乗回から十の十乗回に一回くらいという無視できるほど小さな値で、ほとんど間違わないということですね。こうして、私たちの生命の設計図である遺伝子DNAの持つ情報は、ちよつとやそつとのことでは変わらないように守られている、というわけです。長い進化の歴史の末に、細胞が獲得した目を見張るような見事な働きがなされるのです。

ぐらいまでの放射線量なら細胞は大丈夫なのか、その限界が検討されなければならぬわけです。

放射線で遺伝子に傷がつくことがあると話をしましたが、大切な話を付け加えたいと思います。それは、細胞には大別して、体細胞と生殖細胞の二種類があり、遺伝子に傷がついた影響は全く異なるということです。

体細胞は私たちの身体を構成している大部分の細胞のことですが寿命があつて、子どもに伝えられることはありません。ですから、遺伝子の傷が万が一残り、それが発ガン遺伝子だとすると自分がガンになる確率が増えますが、その遺伝子が子孫にまで伝えられることはありません。対して、生殖細胞（精子や卵子）の遺伝子にできた傷が修復されなかった場合は、その変化した遺伝情報の子孫に伝えられる可能性が生じます。ですから、体細胞の遺伝子の受けた傷なら、せいぜい病気になることで終わります。しかし、生殖細胞の遺伝子に残った傷は子どもに受け継がれるので、放射線に対する注意がより大切になります。

つまり、子孫を残す可能性のある年齢にある間はより注意深くあつてほしいということになります。

Q 一番心配なのは妊婦や幼児だと言いますね。ちゃんとした理由があるのでしょうか？

はい、あります。遺伝子は「裸」の分子ではなく、普通はたんぱく質の「衣」で包まれた上、さらに折りたたまれて、放射線が傷つけにくい「染色体」という大きな構造の中に隠れています。ところが細胞が分裂して増えようとするときは遺伝子のコピーを作らなければならぬので、染色体がほどけ、たんぱく質の「衣」も脱ぐこととなります。

実は、「衣を脱ぐ」だけに留まらず、遺伝子のコピーが作られる時、DNAはあの大事で安全な二重らせん構造すらほどけて、「ばらばらの一本ずつのひも」（単鎖と言います）に分かれてしまうのです。これが放射線に対して一番無防備になる時なのです。しかし、辛いにも、その時間はとても短いのです。というわけで、遺伝子は細胞が分裂して増えていく時、なかなかDNAのコピーが作られている時、「裸」の状態になる結果、放射線の傷が付きやすいこととなります。

では、細胞の分裂が盛んに行われているのはいつかと言えば、胎児や小さな子どもの時です。ですから、妊婦（正確には胎児）や幼児などは大人に比べればずっ

と放射線によって遺伝子が傷つきやすいので、相対的にはより注意しなければ、というわけです。

Qでは、現在の大気の放射線レベルは心配しなくていいのでしょうか？

毎日報道されている大気中の放射線レベルはマイクロシーベルト（毎時）という単位でなされていますので、まず、シーベルトという単位の意味について抑えておかねばなりません。

普通、新聞などには、「シーベルトとは放射線のエネルギー量（単位はベクレル）そのものではなく、放射線が身体にどの程度影響するかを換算して表した単位」と書かれています。この説明ではもう一つよく分かりません。実は、一ミリシーベルトとはすべての細胞の中の遺伝子の一つに一つ傷がつくと考えられる放射線量のことです。先ほどの話のように、浴びた線量に応じて遺伝子に傷が付きませんが、浴びる線量が一ミリシーベルトなら、細胞内の遺伝子修復分子集団の能力からすれば傷の手当は取るに足らない仕事として片付けられてしまうこととなります。

では、実際に今、私たちが浴びている原発事故によ

る放射線量で考えてみましょう。ちなみに、さいたま市の四月二十四日の大気中の放射線量は0.058マイクロシーベルト（毎時）でした。一年間、毎日八時間浴び続けたとすると、総量で一六九マイクロシーベルト（0.169ミリシーベルト）、一年間浴び続けても、細胞の中の遺伝子の約一七パーセントに一つだけ傷がつく可能性があることとなります。上に述べた遺伝子の修復力からすると、これは、全く問題にならない、安心してよい放射線レベルということになります。

胎児や幼い子どもについても心配ありません。なお、参考までに言えば、自然放射線のレベルは年間約一・五ミリシーベルトと考えられています。この値は、大気圏内の核実験が盛んに行われ、放射性物質が大量に地表に降り続けていた時（一九五〇年代後半から一九六〇年代前半）に比べればおよそ千分の一のとて低いレベルになっています。一九八六年のチェルノブイリ事故の直後は一時的に増加しましたが、

最近、放射線被曝による人体への影響を専門にしておられる長崎大学医学部大学院の山下俊一先生のお話を聞く機会がありました。そのお話では「環境の汚染の濃度は一〇〇マイクロシーベルト（毎時）を越さな

ければ健康には影響しません」と強調しておられ、「現時点でなら、いわき市でも、福島市でも、ほとんど外で遊んでください」と話されています。一〇〇マイクロシーベルト（毎時）といえば、現在のさいたまの二千倍近い強さです。それぐらい、生物は放射線に強くなっているということです。

二つのことを付け加えておきます。一つは、人の身体はすでにお話ししましたように、現在の地球にある元素を使ってできており、食べ物や飲みものもそうですから、私たちの体の中にはそもそも放射性同位元素が自然界に含まれたある割合で含まれています。原発事故で急に侵入したのではないのです。二つ目は、放射性同位元素はラジオアイソトープの名前でお馴染みで、病気の診断や治療などにも活躍していることはご存知のとおりです。急に「放射線は怖い、恐ろしい」とまるで「恐ろしいバイキン」のように毛嫌いされてとても当惑しているのではないのでしょうか。

このように考えると、これ以上、原発事故が拡大しない限りは、慌てて遠くへ避難したり、ましてや国外脱出などする必要は全くないということです。危険を犯して働いてくださっている方に感謝するとともに、



やぶき・さだと

さいたま教区事務局長

1939年生まれ。2002年同教区終身助祭に叙階。現在、オープンハウス事務局スタッフも兼任。週末は、司牧協力者として、館林教会・群馬東ブロックを中心に集会祭儀司式などの奉仕。NGO「サラマポ会」（フィリピンの青少年に奨学金を送る会）世話人代表。群馬大学名誉教授。本誌企画委員。

「暫定規制値」（暫定基準値とも呼ばれている）という

Q食品の「暫定規制値」とは何ですか？

「暫定規制値」とは何ですか？
 と言えるでしょう。
 原発から放出された放射性物質のもう一つは放射性ヨウ素（ヨウ素一三〇）です。この物質は半減期が八日と短く、すぐに力を失う点はいいのですが、体の中に入ると甲状腺に取り込まれやすいことから、甲状腺への内部被曝が起きる可能性を避ける必要があります。先に健全なヨウ素を甲状腺に取り込んでおけば、放射性ヨウ素は入り込みようがないため、危険を避けることができます。甲状腺がんの発症を抑えるためには安定ヨウ素剤というものが有効だとされています。

Qそれにしても放射線は目に見えないのでイメージしにくいですね。
 火山の噴火になぞらえれば、理解の助けにある程度まではなるでしょう。親しみのある火山灰には放射性物質が含まれていないことは違いますが、噴火後火山灰がいつまでも大気中に浮かび続けているのと同じで、今なお、空気中を漂っている微粒子はほとんどないと言えるでしょう。今、観測される放射線のほとんどはすでに地表に落ちた微粒子、あるいは風や振動などで「ほこり」のように少しかだけ大気中に舞い上がった微粒子などに含まれる放射性元素からのものと考えられます。ですから、このことを念頭におけば、無意味な防衛行動はしなくて済むでしょう。

Q食品についてはどのような注意が必要ですか？
 食品について考える場合、大気について考える時とは違う点があり、注意が必要です。それは、飛散した

まま地上に降下せずに、いまだ大気中に漂っている放射性物質を含んだ微粒子からの放射線なら、外出を控えるとかすればかなり避けることができます（外部被曝と言います）。それに対して、食品の場合は、食品の摂取に伴って体の中に取り込まれた放射性物質によるものなので（内部被曝と言います）、放射性物質で汚染された食品をできるだけ取り込まないよう注意することが大切です。しかし、だからと言って、放射性物質をわずかしかなんでいないもの（安全と考えられているレベル以下のもの）ですら避けようとするのは神経質すぎると言えます。

原発からの放射性物質の放出がなくても、野菜などカリウムを含む食物を食べると、わずかな割合ですが必ず放射性カリウムが含まれていて、そのため、日本人は年間約〇・三ミリシーベルトの放射線を食べ物から受けていると推計されています。改めて気づかされ、驚かされる事実です。ちなみに、カリウムは福島第一原発から放出されて騒ぎとなっている放射性セシウム（セシウム一三七）とほぼ同じような働きを体の中でしている元素です。ですから、食品について安心すべき放射線レベルの目安の一つは、この放射性カリウムだ

のは、普通に一生食べ続けても何の影響も出ないとされている数値で、甲状腺にも遺伝子にも害が出ないということですので。未然防止の観点からあくまで人体の健康を第一に考えて立てられた数値とのことです。「年間の被曝線量が一〇〇ミリシーベルトを超えると健康被害が懸念される」という基準も、影響を受けやすい一歳児を対象に算出したものですので、大人に取っては安全すぎる基準になっている（山下俊一氏）とのことです。ですから、今のレベルなら、暫定規制値を超えた食品を普通の量、頻度で飲んだり食べたりしても、健康に影響を及ぼすことはありません。

より安心できるようにするためには、今後、どれだけ食べても安全なのかという観点で、これ以上は絶対食べてはいけませんという規制値を作る努力がなされることでしょうか。

結論としては、一般人の私たちは市場に提供されている食品や安全宣言がされている水などは普通に食べたり飲んだりしたいですね。風評被害でどれほど苦しむ方々が多くいることか、今回のことで私たちも気づかされたのですから。私たち一人ひとりが報道を鵜呑みにしないこと、科学的な根拠に基づいて考えること

を大切にしたいと願っています。

嬉しいことに、具体的な心配に答えてくれるよいパンフレットが発行されました。さいたま教区（谷大ニ司教）では先に触れました山下先生のお話を小さなパンフレットにまとめ、六カ国語に翻訳して発行しました。「ほんとうに大丈夫？ 放射能——放射能について学ぼう」と山下俊一先生に聞く」（同教区サポートセンター発行）です。私たちが抱えている素朴な質問に分かりやすく、明快に答えてくださっていますので、ぜひお読みになることをお勧めします。この小文を下敷きにして読んでいただければさらによく理解していただけると思いますので、日ごとの生活により密着した具体的な質問への答えはそちらにゆずることにいたしますよう。

Q 今までのお話をまとめていただけますか？

まとめれば次のようになります。

①放射線は、人間の細胞にとって、進化の長い歴史の中での「お馴染みさん」です。

②放射線に当たると細胞の中にある遺伝子はしばしば傷つきますが、進化の過程で、その傷をすぐに見つ

け、なおしてしまうことのできる優れた修復システム（防御システム）を獲得しました。

③しかし、優れているとはいえ、その「防御システム」には限界があります。有効に働くのはあるレベルの放射線量まで、決して「想定」を超えたレベルの放射線にはさらさないよう努めることが大切です。

最後に蛇足です。細胞が「想定外」の人工物質がたくさん私たちの身体の中に忍び込んでいます。歴史上に登場して日も浅いため、細胞はまだ「防御システム」が作られていません。その意味では、もっと怖いかもしれません。

自然の恵み、細胞のもつ優れた能力とそのもつ限界が、私たちの判断の最大のよりどころ。避難される皆さまには、必ず故郷に帰れる日の来ることを信じ、がんばってほしいと願いつつ。

（やぶき・ささと／本誌企画委員）