

A L P S HEALTH

放射線とがん

日本人の発がんリスク

私たち日本人は、一生のうち2人に1人は「がん」と診断されていますが、がんのために亡くなっている人は、全体の死亡数の約3割にとどまっています。では、がんの原因として、どのようなものがあるのでしょうか。

国立がんセンターのまとめによりみると、感染症を除く発がん原因として、たばこ（受動喫煙も）、アルコール、肥満、やせ、野菜不足、運動不足、塩分のとりすぎなどが挙げられています（表1）。しかし残念なことに、これらの生活習慣のひずみが「がん」の原因の大部分であるということは、一般生活

ではあまり認識されていません。現代の私たちがつい忘れてしまうこと、あるいは何となく体に悪いだろうとは思いつながらも気にしても仕方がないと思っていることが多いように感じます。

放射線によるがんのリスク

（1）原爆からわかっていること

私自身、長崎や福島で診療や健康相談を行ってきた中で、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故で広くまき散らされた放射性物質やそれによる放射線による健康影響を心配しておられる方が多いように感じます。

現在の放射線被ばくの健康影響に関する知識の多くは、広島や長崎の原爆被爆者に対して長年行われている調査に基づくもの



熊谷 敦史

福島県立医科大学災害医療総合学習センター
副センター長（講師）

【くまがい あつし】平成10年3月、長崎大学医学部医学科卒業。平成18年8月、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科にて博士号（医学）取得。その後、世界保健機関にてインターン、長崎大学病院永井隆記念国際ヒパクシャ医療センターにて助教を経て、平成24年4月より福島県立医科大学講師、同年5月より災害医療総合学習センター副センター長。

です。その中で、特に「がん（悪性腫瘍）」に関して以下のことが明らかになっています。
①白血病を含め、多くのがんが被ばくによって増加

最もリスクが高かったのは白血病で、被爆で生き残った人たちの間で被爆後2年から白血病が増加し始め、5～8年後に発症がピークとなり、その後徐々に低下して、30年後には被ばくしていない人々のレベルまで減少しました。白血病以外のがんは、胃がん、結腸がん、肺がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、甲状腺がん、肝臓がん、黒色腫を除く皮膚がんなどでハイリスクであることがわかっています。これらは被爆後10年ごろから増加し始め、現在もなお増加し続けています。

②一度に100ミリシーベルト以上の被ばくをすると、被ばく線量に比例してがん

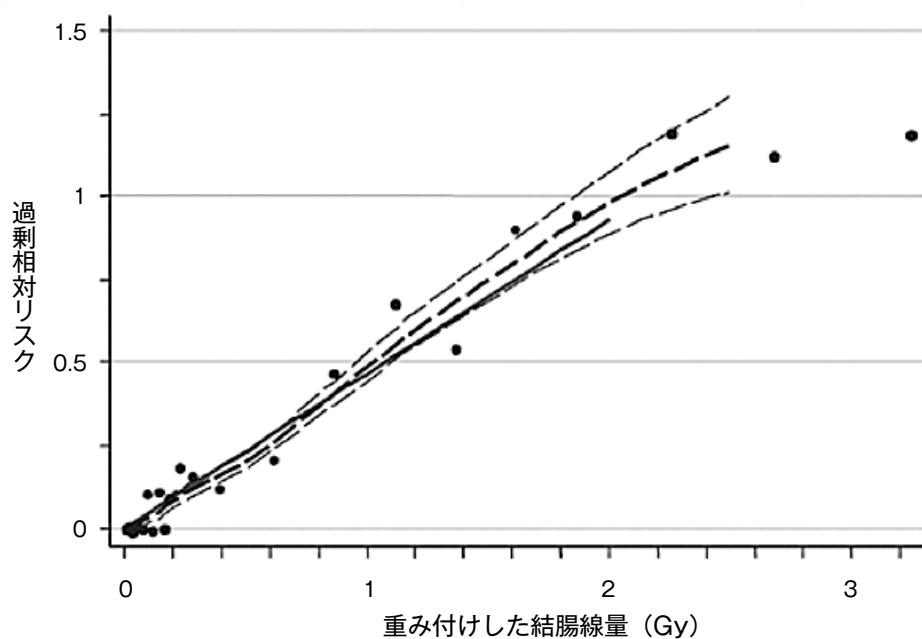
表1 身の回りの様々な発がんリスクと原爆被爆者の発がんリスクの比較

単位：倍

リスクの種類	発がんリスク
1000-2000mSv	1.8
喫煙者	1.6
大量飲酒（450g以上/週）	1.6
500-1000mSv	1.4
ダイオキシン濃度数千倍（職業曝露）	1.4
大量飲酒（300-449g/週）	1.4
200-500mSv	1.19
肥満（BMI30以上）	1.22
やせ（BMI19未満）	1.29
運動不足	1.15－1.19
高塩分食品	1.11－1.15
100mSv未満	1.08
野菜不足	1.06
受動喫煙（非喫煙女性）	1.02－1.03

http://epi.ncc.go.jp/files/01_jphc/archives/pamp_cohort2011.pdfから改変

図1 被ばく線量と固形がん発生リスクの関係



固形がん発生の過剰相対リスク（線量別）、1958－1998年（放射線影響研究所ホームページから引用）

死亡リスクが増加

被ばくする線量が大きければ大きいほど、がんのリスクが高くなることがわかっていきます（図1）。では、どれくらい被ばくすれば「がん」のリスクが生じると言えるのでしょうか。一度に1000ミリシーベルトの被ばくをした人では、被ばくしていない人に比べて、がんで死亡するリスクが0.5パーセント増加することがわかっています。2000ミリシーベルトの被ばくをした人では1パーセントの増加になります。

ただし、この比例関係が成り立つのは、

1000ミリシーベルト以上の場合のことで、1000ミリシーベルト未満では、被ばくによるリスクが小さすぎて、リスクがあるのかないのか、わからないレベルになっています。低線量のリスクはわからないという表現がなされますが、一度に1000ミリシーベルト未満の被ばくをする場合のリスクは0.5パーセントよりも低いことは明らかです。1000ミリシーベルトの被ばくによるがんのリスクと、この稿の冒頭で紹介した日常生活におけるリ

スクと比べてみると、いかに私たちが「がん」のリスクに囲まれて暮らしているのか、そして放射線被ばくのリスクが生活の中のリスクに比べて低いものであるかがわかります。

③ 高線量（1000ミリシーベルト以上）では子供の発がんリスクが大人より高い（表2）

この表にあらわされているデータから、被

単位：倍

表2 性別、被爆時年齢群別の発がんリスク

年齢	男性			女性		
	5～500 (mSv)	500～ 1,000 (mSv)	1,000～ 4,000 (mSv)	5～500 (mSv)	500～ 1,000 (mSv)	1,000～ 4,000 (mSv)
0～9歳	0.96	1.10	3.80	1.12	2.87	4.46
10～19歳	1.14	1.48	2.07	1.01	1.61	2.91
20～29歳	0.91	1.57	1.37	1.15	1.32	2.30
30～39歳	1.00	1.14	1.31	1.14	1.21	1.84
40～49歳	0.99	1.21	1.20	1.05	1.35	1.56
50歳～	1.08	1.17	1.33	1.18	1.68	2.03

Preston et al. (2007) Radiat Res 168, 1-64 から改変

ばくによる発がんリスクが子供で高いことが明らかになっています。1000ミリシーベルト（1シーベルト）以上4000ミリシーベルト（4シーベルト）までの群では、男女とも被爆時年齢が低いほどリスクが高いことがわかります。しかし、それはこの高線量被ばくの群のことであり、500ミリシーベルト以下の群では、年齢による違いは見

られていません。

④二世への影響は見られていないこと

広島・長崎の原爆被爆では、被爆二世の健康調査も進められています。1946年（昭和21年）～1984年（昭和59年）12月までに出生した被爆二世約7万7000人（2007年時点で23歳～61歳・平均47歳）に対して死亡率、がん発生率の追跡調査が行われた結果では、がん発生率またはがんおよびその他の疾患における死亡率増加は観察されていません。

（2）過去のチェルノブイリ原発事故からわかってること

1986年（昭和61年）に旧ソ連邦のチェルノブイリで起きた原発事故が福島での事故とよく比較されます。チェルノブイリ原発事故では、福島原発事故のおよそ10倍と言われる量の放射性物質（放射性ヨウ素131やセシウム、ストロンチウムなど）が放出されました。当時は東西冷戦の時代であり、事故そのものが適切に公表されなかったことなどから、当初、住民避難、食品制限もなされませんでした。そのため、食品、特に放射性ヨウ素で汚染された牧草を食べた牛による牛乳が放射性ヨウ素で汚染され、この牛乳を飲み続けた子供たちが放射性ヨウ素を継続して取り込むことになりました。

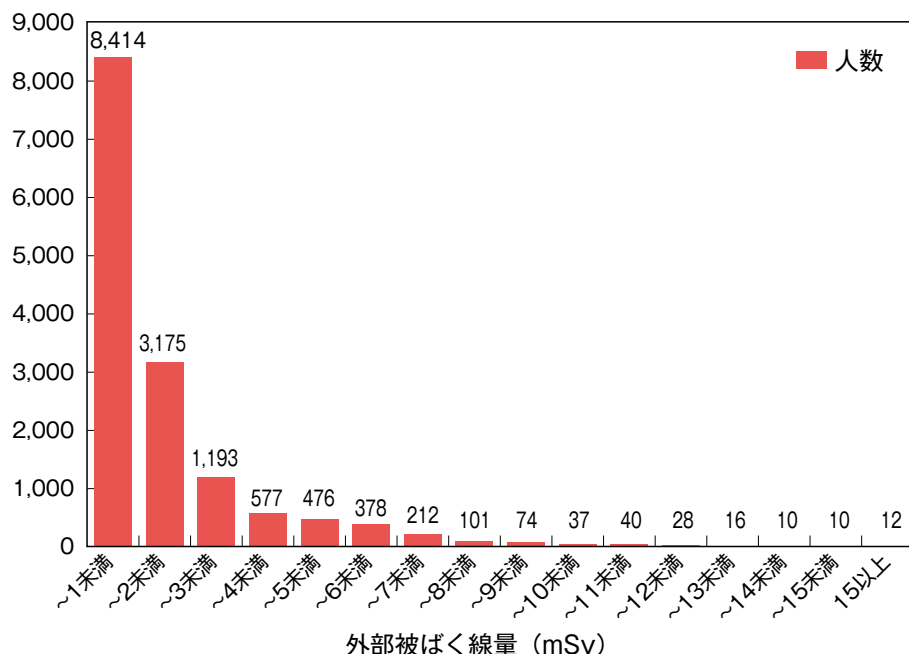
ヨウ素は、体の中に入ると、甲状腺ホルモンの材料として甲状腺に集中して取り込まれます。特に、チェルノブイリ周辺地域

は内陸部であるためヨウ素欠乏地域でした。もともとヨウ素が欠乏していると、放射性ヨウ素を摂取した際に甲状腺に取り込まれる割合が高くなり、ヨウ素充足地域の場合よりも甲状腺の被ばく量が多くなると言われています。

チェルノブイリ周辺地域の小児の甲状腺は、およそ1000ミリシーベルトの被ばくを受けたと言われています。その結果、事故当時5歳未満であった子供たちに、事故後5年程してから甲状腺がんが急増しました。2011年までに約6000人の甲状腺がんが発生しました。通常、小児の甲状腺がんは極めて珍しいがんですが（日本では10～14歳で100万人に1人）、事故後にはおよそ100倍にもなりました。放射性ヨウ素は半減期が約8日間と短く、環境中から早々と消えてしまい、事故の翌年以降に生まれた人々からは甲状腺がんが発生しなかったこともチェルノブイリ事故による小児甲状腺がんが放射性ヨウ素131が原因であると考えられる根拠になっています。また、その後の検討により、甲状腺の被ばく線量（等価線量）が百ミリシーベルトを超える人々で甲状腺がんのリスクが見られることが明らかになりました。

一方、半減期が長いセシウム137の汚染は現在も続いています。2008年までの10年間でも、チェルノブイリ周辺地域では、体内のセシウム137は、体重1キログラムあたり40ベクレル程度であることが報告さ

図2 福島県「県民健康管理調査」基本調査による外部被ばく線量推計結果



れました。さらに、事故当初、北欧の沿岸地域で狩猟生活を送るサーミ人でも最大で体重1キログラムあたり42000ベクレル（年間約12ミリシーベルトの内部被ばく）でした。しかし、チェルノブイリ周辺地域でも、サーミ人でも、セシウム137の汚染と、「がん」との間に関連性は見られない、つまり「がん」が増加していないことが明らかになっています。周辺地域で「がん」が発生したと

(3) 福島で考えられること

する報告は出されていますが、汚染地域と、非汚染地域との間で比較すると、「がん」が増加していないため、チェルノブイリ周辺地域でのセシウムによる「がん」増加はないと結論されています。セシウムは全身の筋肉に分布するために、特定の場所に被ばくが集中しにくいことがセシウムの影響が出にくい理由の一つと考えられています。

では、私たちが直面している今回の福島原発事故では、どのような状況なのでしょう。すでに報道等で発表されているように、事故によって放射性物質が広い範囲に拡散し、事故直後には、空気中や水、野菜などの食品からも放射性物質が検出されました。そのため、空気中の放射性物質の影響を最小限に抑えるために避難が実施され、また水や食品からの影響を避けるためにモニタリングと出荷・摂取制限が行われました。事故当時福島県内にいた人々の外部被ばく線量は、県民健康管理調査の基本調査として、行動調査を基に推計されています。先行調査として実施された計画的避難区域などの約1万人の検討では、99パーセント以上の人々が10ミリシーベルト未満であることが明らかになりました（県民健康調査基本調査結果、図2）。

外部被ばく線量のモニタリングとして、ガラスバッジを装着して実際の生活における累積被ばく線量の調査も続いています。福島

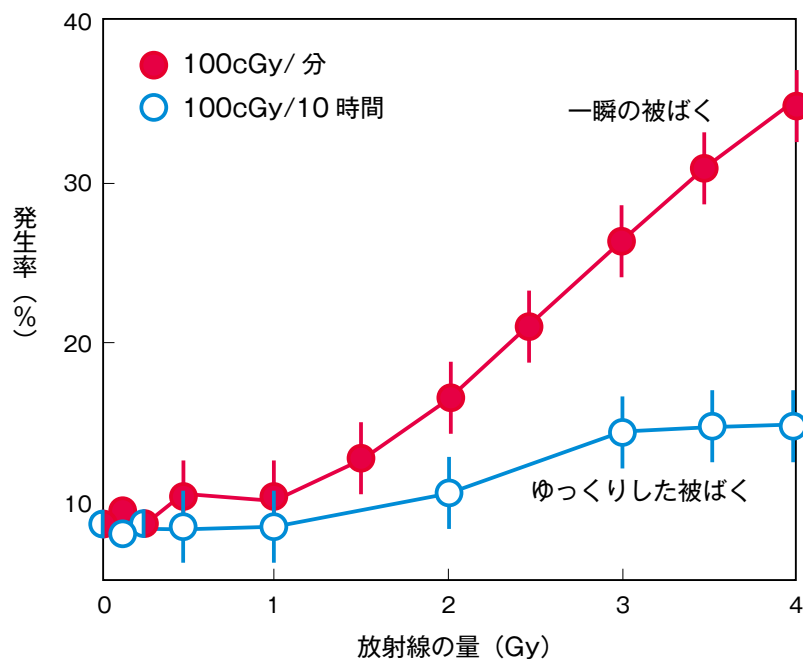
表3 郡山市内の小中学校、特別支援学校等の在籍児童生徒の個人積算線量計測定結果

測定期間	日数	平均値 (mSv)	年間換算 (mSv)
2011年10月5日～11月6日	33	0.12	1.33
2011年11月7日～2012年1月9日	64	0.17	0.97
2012年1月10日～2月29日	51	0.13	0.93
2012年5月21日～6月24日	35	0.08	0.83
2012年6月25日～8月26日	63	0.13	0.75

郡山市ホームページから改変

県郡山市内の小中学校、特別支援学校等の在籍児童・生徒に対する調査について、平成23年10月からの結果が公表されています（表3）。この結果からは、空間線量率が福島県内でも高めの郡山市であっても、外部被ばくの年間換算量の平均値は、徐々に減少しており、平成23年11月以降では1ミリシーベルト／年を下回っていることがわかり

図3 ゆっくり被ばくと同じ線量でも腫瘍リスクは低い
(マウスの肺腫瘍)



Radiat. Environ. Biophys., Coggle JE, 30:239-241,1991から改変

ます。

では、この1ミリシーベルトとはどれくらいのものなのでしょうか。

原爆被爆者の検討から、1000ミリシーベルトを一度に被ばくした場合、がんによる死亡リスクが0.5パーセント増加することが明らかになったことはすでに述べました。福島事故による被ばくは、原爆とは違い、ゆっくりとした被ばくです。これまでの研究や、医療の現場でわかっていることは、1回でまとめて被ばくする場合より、たとえ累

積線量が同じであってもゆっくりと被ばくするのであれば、「がん」のリスクは低くなるということなのです(図3)。累積被ばく線量が1000ミリシーベルトになったとしても、一度に1000ミリシーベルトを浴びた場合に初めて統計学的に明らかになる「がん」による死亡率上昇の最小値(0.5パーセント)には及ばないということです。それでも安全のために、ゆっくりとした被ばくであっても、1回でまとめて受ける被ばくと同じリスクがあるものと仮定したうえで、そのレベルから20から1ミリシーベルトまでの安全のための余裕を取っているわけです。基準値があると、基準値を超えるとすぐ「がん」にかかるかのように感じてしまうものですが、そうではないことがお分かりかと思います。

内部被ばくについてはどうでしょうか。

事故当初には、放射性ヨウ素の摂取が懸念されました。警戒区域の住民に対する弘前大学の調査や、原発から半径30キロメートル圏外で、事故後にずっと屋外にいた場合、甲状腺被ばく線量が1000ミリシーベルト以上になる恐れのある区域として指摘された地域の小児約1000人に対して行われた平成23年3月の原子力安全委員会による調査では、甲状腺の被ばく線量(等価線量)が50ミリシーベルトを超えていなかったことが明らかになっています。

私は、福島市で線量が高かった時期を含む平成23年3月14日から19日までを皮切りに、以降も断続的に福島市に滞在していた

のですが、私の放射性ヨウ素131による甲状腺の被ばく線量は約0.4ミリシーベルトと低い値にとどまっていたことがわかりました。しかしながら、低いながらもわずかに甲状腺に放射性ヨウ素が取り込まれたのは確かですので、念のために、事故当時に福島県内にいた18歳以下の人々に対して、継続した甲状腺の超音波検査が平成23年10月から開始されたところです。

ただし、チェルノブイリ事故のように大量の甲状腺被ばくを受けた人々でも約5年の潜伏期間があったことをみると、今回の福島でも同様に約5年かそれ以上の潜伏期があることは予想されます。従って、現在急いで行われている初回の甲状腺検査は、今後の変化と比較して影響を明らかにするために、放射線の影響が現れる前の状況を確認しているという意味もあると考えられます。

次に半減期が長く、環境中に残存するセシウムについて見てみましょう。セシウムについては、チェルノブイリ事故後の周辺地域住民や北欧のサーミ人などの追跡調査で見られている汚染レベルでは、セシウムによる発がんが見られていないことは先に述べました。今回、日本ではさらにセシウムによる内部被ばくを低いレベルに抑えるために、飲料水や食品に含まれる放射性物質の検査が行われています。平成24年3月末までは暫定基準値が、同年4月以降はさらに改訂された基準値が適用され、基準値を超える食

表4 食品中のセシウム規制値

	年齢区分別に各食品群で1mSv に到達するセシウム濃度			暫定規制値 (Bq/kg)	現行規制値 (Bq/kg)
	成人 (Bq/kg)	幼児 (Bq/kg)	乳児 (Bq/kg)		
飲料水	201	421	228	200	10
牛乳・乳製品	1,660	843	270	200	50
野菜	554	1,686	1,540	500	100
穀物	1,110	3,380	2,940	500	100
肉・卵・魚等	664	4,010	3,234	500	100

品については流通しないよう管理されています(表4)。
まず、現在適用されている基準値の考え方の基礎となる、暫定基準値の考え方を見てください。

食品からの被ばくを年間5ミリシーベルト以下になるように、5つに分けた食品カテゴリー

表5 放射性セシウムの生物学的半減期

～1歳	約9日
～14歳	約20日
～30歳	約70日
～50歳	約90日

リー各々に1ミリシーベルトの上限を割り当てました。セシウムが体に取り込まれた場合、尿やその他で排泄されるスピードは年齢によって違うことが知られています。取り込まれてから体内量が半分になるのにかかる時間を生物学的半減期と呼びます(表5)。成人・幼児・乳児の3つの年齢区分を設定し、各区分の標準的な摂取量を1年間とり続ける場合に1ミリシーベルトになるセシウム量を計算されたものを表4に挙げています。各食品カテゴリーの中で、最も低い値から暫定基準値が決められました。

例えば、野菜については、1キログラムあたり554ベクレルの野菜を1年間食べ続けると、成人で1ミリシーベルトになります。幼児では1キログラムあたり228ベクレルの野菜を食べ続けなければ1ミリシーベルトにならないということになります。一方、牛乳・乳製品では、乳児では1キログラムあたり270ベクレルのものを1年間とり続けると1ミリシーベルトになるのに対して、成人では1キログラムあたり1660ベクレルのものを1年間食べ続けると1ミリシーベルトになります。このように、福島の実際の食事ではほぼセシウムが検出されない状況であることが確認されており、食品からの内部被ばくレベルが人体影響を及ぼすレベルではないことが確認されています。

グラムあたり1660ベクレルのものではないと1ミリシーベルトにならないということになります。それらを基に決められたのが暫定基準値で、セシウムの量をその値のさらに5分の1から20分の1にして、全ての年齢区分で、全食品からのセシウムによる被ばく量が1ミリシーベルトを超えないように設定された基準が現在実施されています。

私たちの身の回りの飲料水や食品について基準値を超えたものについては出荷や摂取が制限されています。福島県内での検査では、事故から1年余を経て、昨年度に比べてセシウムが検出される件数が減少しています。また、実際に家庭で食べられている食事を調査しているコープふくしまによる陰膳調査でも、時期を経ることにセシウムが検出される家庭の割合、セシウムの量ともに減っており、検出された食事を仮に食べ続けたとしても、目標値である年間1ミリシーベルトからははるかに低い状況に落ち着いています。このように、福島の実際の食事ではほぼセシウムが検出されない状況であることが確認されており、食品からの内部被ばくレベルが人体影響を及ぼすレベルではないことが確認されています。

また、実際に事故当時から福島在住の住民の方々に対して福島県による内部被ばく検査が行われています。平成23年6月から平成24年7月までの検査では、6万3366人のうち、99.9%以上が検査時までには摂取したセシウムによる被ばく線量が

表6 福島県による内部被ばく検査結果

平成23年6月～平成24年7月 検査人数 63,366人		
検査結果（預託実効線量）	1 mSv未満	63,340人
	1 mSv	14人
	2 mSv	10人
	3 mSv	2人

http://www.pref.fukushima.jp/imu/wbc/20120831WBC_joukyou.pdfから改変

今後50年間で1ミリシーベルト未満と低い被ばく線量でした（表6）。

（4）放射線による発がんリスクとその他のリスクの比較

これまで見てきたように、測ることができ放射線ではある程度リスクが明らかになっています。それに対して発がんリスクは私たちの身の回りにあふれています。そのレベルは表1に示すように一度に100ミリシーベルト被ばくした場合の一生の発がんリスクより高いものが多く、福島事故後の被ばく

レベルと比較すると、放射線のリスクだけにとらわれるべきではないと言えらると思います。

まとめ

放射線のリスクについて、事故が起きるまで皆が注意していたわけではありませんでした。知らずにいても済みました。しかし、原発事故により放射線が身近になった今、放射線のリスクを理解して日常生活を送らねばならなくなつたということは悲しいことです。しかし、実は私たちの生活は様々なリスクに囲まれており、決してリスクがゼロであることはないのも確かです。

とはいえ、今回の事故による放射線被ばくによる健康リスクは、その他の自発的に選択・予防できるリスクと単純に比較することは、必ずしも適切とは言えません。しかしながら、放射線は現存するリスクとして、忘れてはならないものであるもの、あくまでも数あるリスクの一つにすぎないことも確かです。幸いなことに警戒区域等以外では、その他のリスクよりはるかに小さいレベルとなっています。このように、私たちは生活の中様々なリスクを、平たい目で判断することが重要であり、私たち各々が、「ものごと」をもつて生活することが求められているように感じます。

現在設定されている、年間20から1ミリシーベルトというレベルのリスクは、他の発がん要因（喫煙・肥満・野菜不足など）に

よるリスクと比べても十分に低いレベルであることが明らかになっています。そして実際には、個人線量計や食品のデータでは目標値に比べて十分に低い値となっています。リスクの中で、放射線によるもののみを特別扱いして、むしろその他のリスクを高めてしまわないように、バランスをもった判断が求められていると思います。

【参考文献、WEBサイト】

1. Japan Public Health Center-based Prospective Study 多目的コホート研究の成果2011 (http://epi.ncc.go.jp/files/01_jphc/archives/pamp_cohort2011.pdf)
2. 放射線影響研究所ホームページ
<http://www.reri.or.jp/radefx/late/cancerisk.html>
3. Preston et al. (2007) Radiat Res 168, 1-64
4. Tokonami et al. (2012) SCI REP 2:507. Epub 2012 Jul 12.
5. 郡山市役所ホームページ
http://www.city.koriyama.fukushima.jp/pcp-portal/PortalServlet;jsessionid=82FEFBF726AF4EE4C3C51B556481CEE1?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=25802#積算線量計の配付（中学生以下の児童・妊婦の方）
6. Cogole JE. (1991) Radiat Environ Biophys 30:239-241
7. コープ福島ホームページ
<http://www.fukushima.coop/kagezen/2011.html>
<http://www.fukushima.coop/kagezen/2012.html>
8. 福島県ホームページ
http://www.pref.fukushima.jp/imu/wbc/20120831WBC_joukyou.pdf