

大阪高等裁判所第12民事部口係 御中
大阪地方裁判所第22民事部合議3係 御中
神戸地方裁判所第2民事部合議係 御中

意見書

令和元年 11月 9日

大阪大学医学系研究科保健学専攻・教授
(署名)

本行忠志



内容

1 放射線感受性に個人差があること.....	5
(1) はじめに.....	5
(2) 遺伝子の異常.....	5
ア ATM遺伝子, NBS1 遺伝子の異常.....	5
イ BRCA1/2 遺伝子の異常.....	5
(3) 遺伝的に近くても放射線感受性に個人差があること.....	6
ア 遺伝子の比較的小さな差異によっても, 放射線感受性に大きな差異をもたらすこと.....	6
イ 双胎例の報告.....	6
(4) 生物学的半減期.....	6
(5) しきい値について.....	7
2 年齢が若いほど放射線感受性が高く, 影響を強く受ける (影響が現れやすい) こと.....	8
(1) はじめに.....	8
(2) 放射線感受性が高い理由.....	8
ア 細胞分裂が盛んであること.....	8
イ 増殖能の高い骨髄 (赤色骨髄) の占める割合が高いこと.....	8

ウ	放射線の相対的な被ばく範囲が広いこと	9
エ	皮膚が薄いこと	9
オ	子どもや胎児は放射線被ばくの影響を強く受ける（影響が現れやすい）こと	9
カ	放射線感受性の高さの程度	10
(3)	疫学調査等からの推論.....	11
(4)	CT検査への影響	11
(5)	モニタリングポストの空間線量率の値が，子どもに対しては過小評価の危険性 があること	12
3	複合影響について	13
4	福島の甲状腺がんについて	14
(1)	県民健康調査について.....	14
(2)	先行検査と本格検査.....	15
(3)	2 順目， 3 順目の検査で明らかに地域差があること.....	15
(4)	「チェルノブイリと福島では被ばく量が違いすぎる」との主張について.....	17
ア	チェルノブイリの被ばく線量が過大評価されていること	17
イ	福島の被ばく線量が過少評価されていること	18
ウ	結論	19
(5)	スクリーニング効果や過剰診断説について	19

ア スクリーニング効果であるとの主張	19
イ 過剰診断説は明確に否定されている	20
ウ 2巡目以降の年齢構成分布の特徴	20
(6) 青森・山梨・長崎との比較について	21
(7) 日本人とヨウ素摂取	22
(8) 乳頭がんの占める割合が高いこと	22
(9) 性差が少ないこと	22
(10) 浸潤, リンパ節移転が多く見られるという共通点があること	22
(11) 5歳以下の子供の甲状腺がんについて	23
5 結論	23

1 放射線感受性に個人差があること

(1) はじめに

放射線感受性は、年齢、遺伝子、性別、人種、集団等により大きく異なりうることが知られている。

本項においては、主に遺伝子による感受性の差異について指摘する。

(2) 遺伝子の異常

DNAは、毎日のように傷ついている。

(図1) DNA損傷 (近藤宗平「人は放射線になぜ弱いのか」 238頁)

傷の種類	自然の傷 (／細胞／日)	放射線による傷 (／細胞／mGy)
塩基損傷	20,000	0.3
1本鎖切断	50,000	1.0
2本鎖切断	10 (推定)	0.03

註：「放射線による傷 (／細胞／mGy)」は、原典では、(／細胞／100ラド)と表記されている。100ラドは1グレイであるので、ミリグレイあたりに換算すると、それぞれの表の値が1000分の1となる。

正常な細胞は、放射線を浴びるとDNAを損傷するが、DNAが損傷すると多くの場合、DNA損傷修復遺伝子により修復に成功する。

しかし、DNA損傷修復遺伝子による修復に失敗すると細胞は多くの場合、細胞死(アポトーシス)に至り、がん化することはない。修復に失敗した場合、極めてわずかな確率で突然変異が生じ、細胞のがん化を招くこととなる。

ATM、NBS1、BRCA1/2遺伝子はいずれもDNA2本鎖切断の修復に関与する遺伝子であるが、こうした遺伝子に異常があると、放射線感受性が高くなるのである。これにより、細胞のがん化する確率が高くなる。

ア ATM遺伝子、NBS1遺伝子の異常

それぞれ、血管拡張性運動失調症やナイミーヘン症候群の原因遺伝子で、非常にまれな疾患であるが、両遺伝子ともDNA2本鎖切断の修復に関与している。これらの遺伝子の変異をヘテロで持っている人は世界に約1ないし6%存在し、放射線による感受性が高く、乳がんを発症しやすいと報告されている¹。

イ BRCA1/2遺伝子の異常

この遺伝子もDNA2本鎖切断の修復に係る遺伝子で、変異があると女性は乳がんや卵巣がんになりやすく男性は前立腺がんになりやすいことが知られている。2013年、女優のアンジェリーナ・ジョリーが予防的乳房切除術を行ったことを

公表して話題になった。この遺伝子の変異をヘテロで持つ女性の30歳前のCTやマンモグラフィによる診断用放射線ばく露で乳がんリスクが有意に増加し、線量反応パターンが見られたと報告されている²。

(3) 遺伝的に近くても放射線感受性に個人差があること

ア 遺伝子の比較的小さな差異によっても、放射線感受性に大きな差異をもたらさうること

遺伝子の異常は一般に想像されている以上にありふれたものであり、上記のとおり、その遺伝子異常によって被ばくによる発がん性には大きな影響が出る可能性がある。

しかし、遺伝的に近い場合でも放射線感受性に差異があることも忘れてはならない。

たとえば、被ばくによる甲状腺がんは、放射性ヨウ素が甲状腺に取り込まれることによって発生すると考えられている。ところが、甲状腺へのヨウ素取り込みには個体差があることが各種研究で明らかになった。これは、遺伝子の比較的小さな差異によっても、放射線感受性に大きな差異をもたらさうことを示している。

イ 双胎例の報告

不妊症の検査として一般的に行われている油性ヨウ素含有造影剤を用いた子宮卵管造影では、検査後に妊娠成立した場合には、母体のみならず、胎児もヨウ素過剰による甲状腺機能異常症を来すことが報告されている。

子宮卵管造影検査後、一児にのみ胎児甲状腺腫を認めた双胎例が報告されている³。

この報告は、子宮内におけるヨウ素ばく露環境がほぼ同一であるにもかかわらず、一児にのみ胎児甲状腺腫を認めたものである。

すなわち、ヨウ素に対する甲状腺の感受性が遺伝的に比較的近いと考えられる双胎の両児間で異なるのであり、このことは、遺伝子の比較的小さな差異によっても、放射線感受性に大きな差異をもたらさうことを直接に示している。

(4) 生物学的半減期

生物学的半減期と組織重量は個人差が大きいことが知られている⁴。

この研究によると、セシウムの生物学的半減期は、次のように幅広く分布していることが指摘されている。

4歳男性	1.7	~	20.1	日
14歳男性	1.5	~	54.9	日
37歳男性	1.5	~	129.5	日
39歳女性	0.5	~	80.2	日

この事実は、実効線量係数 (S_v/B_q 換算係数) の問題点に直結する。

実効線量係数は問題とする核種の生物学的半減期と放出するエネルギーおよび浴びる人の組織重量の関数である。

ところが、生物学的半減期は、各世代の平均値に過ぎず、個別に見ると非常に大きなばらつきがみられる。たとえば、セシウムの生物学的半減期が10倍違えば、実効線量は10倍違うこととなる。

また、従前の実効線量係数の考え方は、放射性物質の生体内での化学的作用や毒性を全く無視していることにも注意する必要がある。

この結果、仮に遺伝子の観点から放射線感受性に差異がなくとも、生物学的半減期に大きな差異があることから、結果的に同じだけの内部被ばくをしても、その被ばくの影響が大きく異なりうる。

放射線線量制限は一番感受性の高い人に合わせるべきである。

放射線防護については、放射線感受性の平均値を元に議論されることが多いが、個別のヒトを見た場合、放射線感受性には非常にばらつきがある。したがって、ヒトへの影響を検討する場合は、平均値に拘泥するべきではない。

(5) しきい値について

ICRPの2007年勧告(Publication 103)は、放射線防護のアプローチを発展させ、「計画的被ばく状況」、「緊急時被ばく状況」、「現存被ばく状況」という概念を導入したものである。

その付属書Aは、「電離放射線の健康リスクに関する生物学的及び疫学的情報」という標題であり、低線量放射線被ばくの影響についてICRPの基本的な考え方をまとめている。

付属書AのA68項は、しきい値について「実際には、重要なDNA損傷感受遺伝子あるいは修復遺伝子の遺伝性突然変異のため、一般的な集団の実質上1%以下が高い放射線感受性である。その集団の残りの人々は感受性が連続して変化しており、このことは線量発生率曲線の傾きを平らにする効果を持つ。この傾きの修飾は、標的細胞の本来の感受性と上述した組織構造の特徴による主要な寄与に加わるものである。この放射線感受性のスペクトルの中における個人の感受性を、細胞又は分子レベルの検査を用いて正確に決定することはいまだに不可能である。」としている。

その意味するところは、しきい値とは1%の人に異常が出る値ということであり、誰がその「1%」になるかは、分からないということである。

ここでの「しきい値」概念については、注意が必要である。

しきい値は、通常、「一般にある作用因が生体に反応を引き起こすか引き起こさないかの限界」(岩波 生物学辞典第4版)と定義されているが、ICRPのしきい値概念は、この一般的なしきい値概念とは異なる。ICRPがしきい値という場合、その値未満では生体に影響がないのではなく、放射線感受性の高い1%未満の人には、

影響がすでに出ていることを意味する。

2 年齢が若いほど放射線感受性が高く、影響を強く受ける（影響が現れやすい）こと

(1) はじめに

1項において、放射線感受性には個人差があることを述べた。さらに、2項では、年齢が若いほど放射線感受性が高くなること、被ばく後の生存期間が長い為放射線被ばくの影響が現れやすいことについて述べる。

(2) 放射線感受性が高い理由

年齢が若いほど放射線感受性が高いが、その理由としては、以下の点があげられる。

ア 細胞分裂が盛んであること

放射線の感受性は、複製中の細胞に対して極めて高くなる。

この事実は、ベルゴニー・トリボンドーの法則（1906年 フランス）として、既に100年以上も前から確認されている。すなわち、放射線感受性は、(1)細胞分裂頻度の高いもの、(2)細胞の再生能力が大きいもの、(3)形態的・機能的に未分化なものほど高くなる。したがって、分裂が盛んな血液や骨髄などの造血器、皮膚、消化管粘膜などの組織は放射線感受性が高くなり、多くの細胞が非常に活発に分裂を繰り返している子どもや胎児においては、成人に比べて放射線感受性が高くなることになる。

イ 増殖能の高い骨髄（赤色骨髄）の占める割合が高いこと

胎児や子どもは増殖能の高い骨髄（赤色骨髄）の占める割合が高い。新生児の場合には全て赤色骨髄であり、5歳児で70%、成人で30%が赤色骨髄であると述べるものや、発育期にある幼少時の骨髄は全て赤色骨髄で占められているとするものもある。

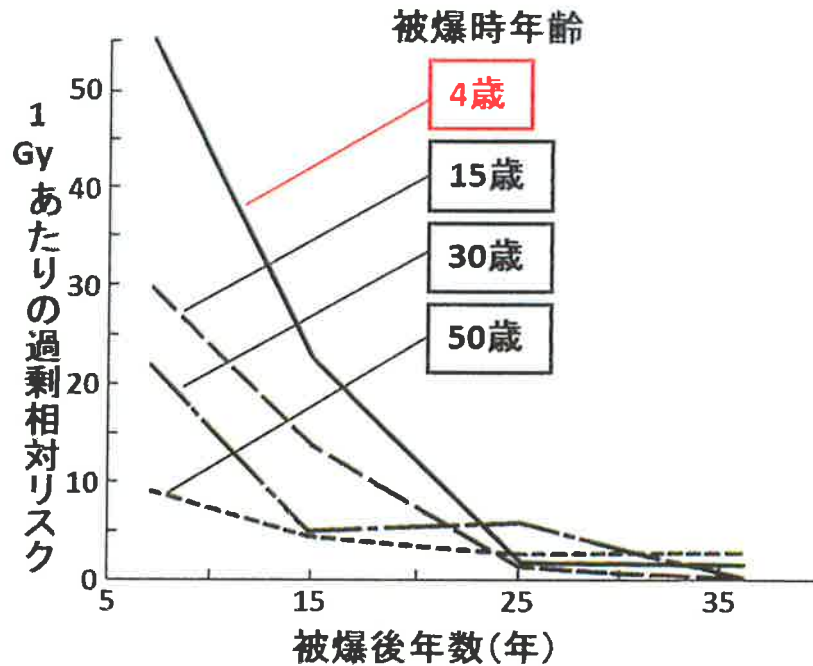
増殖能の高い骨髄（赤色骨髄）の占める割合が高い結果、年齢が若いほど骨髄の細胞分裂が盛んになり、放射線の影響によって白血病等を発症させやすくなる。なお、胎児では、肝臓、胸腺や脾臓も造血臓器である。

また、この点に関しては、「原爆放射線の人体影響1992」において、白血病の過剰相対リスクにつき、被爆時の年齢が4歳であった者は、被爆時の年齢が15歳、30歳、50歳であった者と比較して数倍高いと報告されている⁵。

具体的には以下のグラフのとおりである。

(図2)

白血病過剰相対リスク(1950~1987)



ウ 放射線の相対的な被ばく範囲が広いこと

更に、同じ被ばく範囲なら身体が小さい程被ばくをする割合が大きくなるので、年齢が若いほど（成人に比べて身体が小さいので）放射線感受性が高くなる。

内部被ばくの場合、体内に入った放射線物質は、身体の大きさに関わらず同じ範囲・広さに放射線を出し続ける為、子どもや胎児はその放射線（ α 線あるいは β 線）の相対的な被ばく範囲が広がる。

エ 皮膚が薄いこと

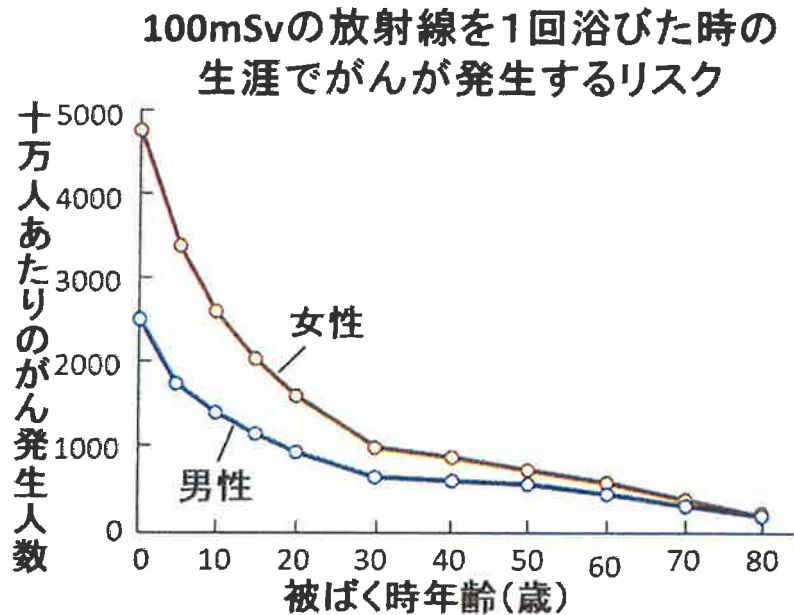
また、外部被ばくの場合には、皮膚が薄いほど放射線が内臓に達するまでの減衰が少ないため、皮膚が成人に比べて薄い子どもの各組織は、より多くの影響を受けることになる。

オ 子どもや胎児は放射線被ばくの影響を強く受ける（影響が現れやすい）こと

子どもや胎児は、被ばく後の生存期間が成人より長い。

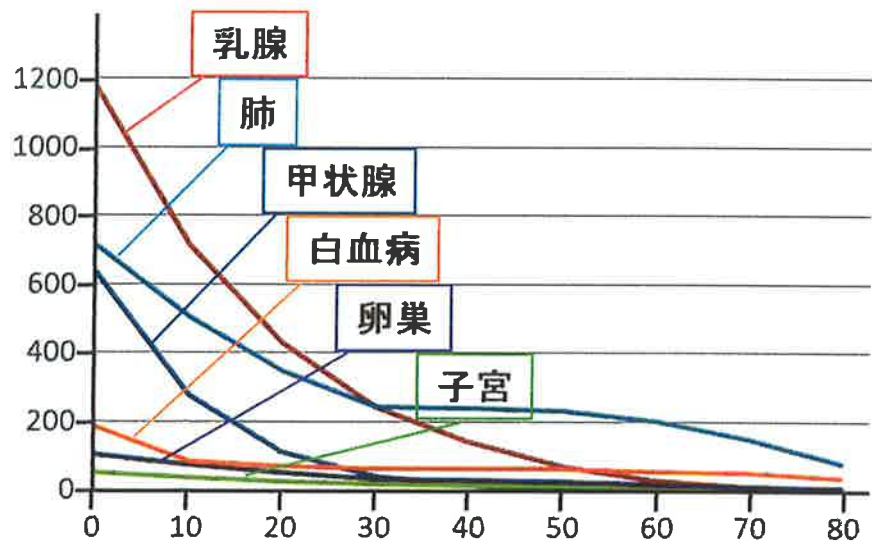
したがって、潜伏期間の長いがんの出現する可能性が大きくなる。遺伝的影響に関しても、遺伝的に有意な期間が成人に比べて長くなる。⁶

(図3)



(図4)

100mSvを被曝した時の生涯がん発病率(女性)



(以上、BEIR VII-Phase 2, 2006 のデータから作成)

カ 放射線感受性の高さの程度

子どもや胎児の放射線感受性が成人に比べてどの程度高くなるのかについて、厳密な意味での結論は出ていない(完全に解明されている訳ではない)。

しかし、以上述べてきた感受性の高さの根拠(赤色骨髄の占める割合、相対的な被ばく範囲の広さ等)や研究・調査結果を踏まえれば、少なくとも、成人に比べて

10%増、20%増といった程度での感受性の高さではなく、特に一定のがん（甲状腺がんや乳がん等）については、数倍から10数倍の高さではないかと推測される。

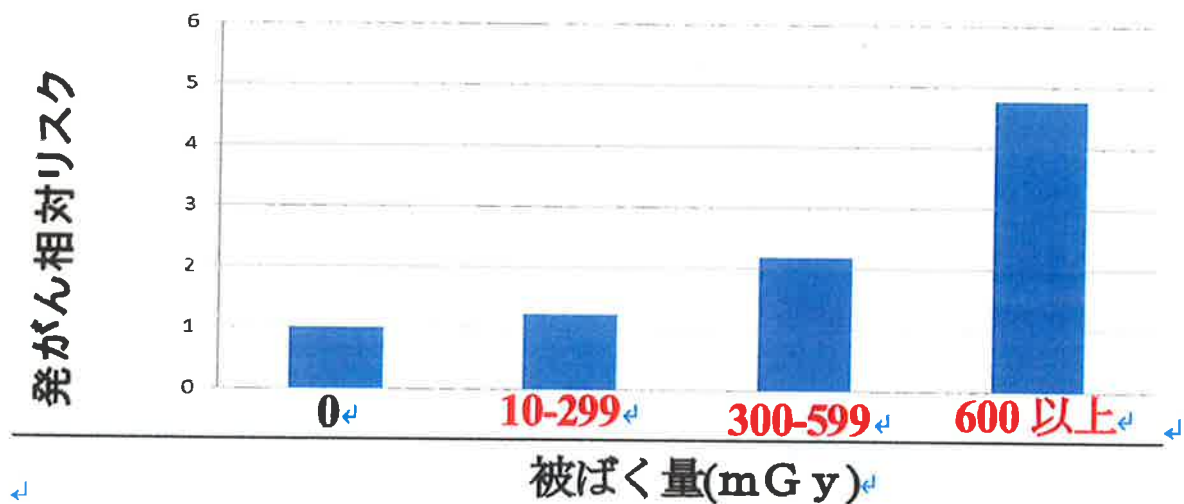
(3) 疫学調査等からの推論

いくつかの疫学調査や論文から、低線量被ばくであっても胎内被ばくや小児被ばくの場合、放射線被ばくの影響を強く受けることが推測される。

原爆による胎児（胎内）被ばくについて追跡調査した結果から、放射線被ばくの影響の大きさが理解できる。1945年8月の原爆投下後、翌年5月31日までに生まれた1,791人（広島1,534人、長崎257人）の1984年までの追跡調査によれば、少なくとも10mSv以上の被ばくでがん発症相対リスクが増加することが示されている⁷。

なお、この結果は、10mSv未満の被ばくであれば安全だということを示すものではない（疫学的に有意差が出なかったというに過ぎない）。

(図5) 被ばく量と相対リスク



(Yoshimoto et al, J Radiat Res, 1991)

(4) CT検査への影響

CT検査で発がんリスクの上昇がみられる旨を報告している調査もある。

英国の調査は、1985年から2002年の間のCT検査を受けた22歳未満の約18万人を対象とした調査である。この調査では小児期のCT検査2ないし3回で脳腫瘍のリスクが3倍に、5ないし10回のCT検査で白血病のリスクが3倍になると報告されている。オーストラリアの調査は、小児期にCT検査を受けた人68万人と受けなかった人を対象とした調査である。この調査ではCTを受けた人では全がん発

症率が24%高かった、発症比率は線量反応関係にあり、検査が1回増えるごとに0.16上昇したと報告されている⁸⁹。

しかも、日本の場合、医療被ばく量が諸外国に比べても高いという指摘がある。したがって、子どものころに放射線被ばくをした（し続けている）人は、一層CT検査による影響を受けやすくなることが懸念され、現に福島県において小児CT検査数が有意に減少したとの報告もある¹⁰。

なお、上記の調査に対して、対象者がCT検査を受けた理由が明らかにされておらず、これらの要因がリスクの差異に関係している可能性がある等として、その文献の結論に疑義を示す意見がある。

しかし、他方、英国の調査では、がんの疑いでCT検査を受けた患者が含まれることを避けるため、初回のCT検査から、白血病は2年後以降、脳腫瘍は5年後以降の罹患率が解析されているので、一定の考慮はされているとの反論がなされている。また、2016年に英国調査のデータを再度検討し、リスク保持者のバイアスを除外した検討を行った結果、やはりCT被ばくによる発がんリスクの増加を認めたとする別の報告もある¹¹。更に、2018年には、オランダにおいて、小児期にCT検査を受けた16万人を対象とした調査の結果、脳腫瘍との関連性を認めたとする報告も出されている¹²。

低線量被ばくである小児CTと発がんリスクの増加の有無について、科学論争に決着はついていない（論争中である）。しかし、発がんリスクがあるとする報告には、以上述べてきた、子どもの放射線感受性が高い理由から考えて、医学的に十分合理性があると考えられる。

だからこそ、小児CT検査については、診断によるメリットと被ばくのリスクを比較考量して慎重に実施しようとしているのであって、そうであるなら尚更、被ばくする子どもに何らメリットをもたらさない無用な放射線被ばくを避けようとする行為は、当然のことと考えられる。

(5) モリタニングポストの空間線量率の値が、子どもに対しては過小評価の危険性があること

モリタニングポストの空間線量率の値が、子どもに対する放射線被ばくの危険性を過小評価してしまう根拠となる危険性もある。

そもそも、モニタリングポストは地面より1mの高さを計測している。しかしながら、子どもが放射線の影響を受ける数10cmの高さの空間線量率は、その数倍高い可能性がある。

しかも、モニタリングポストの線量測定はコンクリートや鉄板で地上からの影響が遮断されており、その数値は実際の線量よりも低い可能性もある。

そうであるなら、モニタリングポストの周辺の数値がどうであるのかも極めて重要

である。

この点について、週刊朝日の記事¹³では、モニタリングポストの表示が18, 23 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ である地域について、モニタリングポストから1m離れた場所の地上1mの空間線量率は30, 31 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ であり、その場所の地表では41.59 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ であったと報じられている。また、矢ヶ崎克馬氏は、モニタリングポストの表示する数値は、実際に住民の受けている空気吸収線量率の示すべき値の46～52%程度しか示していないとの論文を公表している¹⁴。

更に、モニタリングポストが放射線のうち γ 線しか測定することが出来ず、 α 線や β 線の測定が行えないことにも留意すべきである。

以上のことからすれば、子どもに対する放射線被ばくの影響は、より深刻となる可能を否定できない。

3 複合影響について

放射線被ばくによる健康影響を考える際には、複合影響のリスクを考える必要がある(図6)。

ヒトは一生において、健康に影響を与える有害因子に暴露する機会が何度もある。

例えば、たばこやアルコール、薬物やストレスなどの有害因子に曝されることで、健康上の悪影響が生じるリスクが高まる。放射線も有害因子に他ならず、放射線被ばくについても、原発事故直後に受けたと想定されるほどのものではなくとも、医療上の必要性から受診するCT検査等の際に繰り返し被ばくすることがある(医療被ばく)。特に、日本では生涯における医療被ばくが量的に多いとされる。

動物実験では、胎児期に少量のX線を浴びさせたマウスのうち、それだけで腫瘍が生ずるものは必ずしも多くはない。しかし、胎児期に少量のX線を浴びたマウスに、生後に発がんプロモーターであるTPAを塗布すると、高頻度で腫瘍が発生する。このことから、人間の場合も、一度少量の放射線を浴びた後に、さらに様々な有害物質(たばこ、アルコール、放射性物質等)に曝されることで、発がんの可能性が高まるものと考えられる。

ラドンによる被ばくとたばこの複合被ばく露を受けたことによる肺がんの発生率について、ラットを用いた実験により、ラドンの蓄積線量に応じて肺がんの発生率は高くなり、たばこの複合によってさらに2～4倍高くなることが明らかにされている。

広島や長崎での調査からは、原爆により未成年時に5mSv以上被ばくしたと考えられる人は、50年以上が経過しても甲状腺がん発症リスクが高い状態が続いているとされる。チェルノブイリでも、幼少時に低線量であっても被ばくすると、甲状腺細胞が損傷を受け、長期にわたってその影響が持続する可能性があると言われている。

このような複合影響の観点から、福島原発事故による影響は、事故直後の被ばく量だけの問題ではなく、その後も環境被ばくが継続していることを合わせて考える必要

は、原則としてそれ以上の検査はしない。B判定（5. 1mm以上の結節や20. 1mm以上の嚢胞を認めたもの）やC判定（甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの）となった者に対しては、二次検査を実施する。二次検査では、改めて詳しく超音波検査をする他、採血、尿検査を実施し、更に必要があれば、結節から細胞を採って検査する穿刺吸引細胞診が行われている。

(2) 先行検査と本格検査

甲状腺検査は、原発事故による放射線被ばくの影響のない状態（自然状態）での甲状腺の状態を把握するため、との位置づけで、まず、2011年度、2012年度、2013年度に「先行検査」（1順目）が実施された。

その後、事故による甲状腺への影響を把握するためとの位置づけで、2014年度及び2015年度の本格検査（2順目）、2016年度及び2017年度の本格検査（3順目）が既に実施されており、現在、2018年度からは4順目の本格検査が実施されているところである。

1順目の先行検査では、コントロールとして、子どもたちの自然状態における甲状腺の状態を把握することが想定されていた。しかし、実際には自然状態として想定されるよりもはるかに多数の甲状腺がんが発見されたため、コントロールとはならなかった。

チェルノブイリでは事故後4年が経過した頃から統計上の小児甲状腺がんの有意な多発が認められたという理解が誤りであった。チェルノブイリでは事故後約4年間はエコー機がなかった。もし、福島の前年に起きたチェルノブイリ原発事故で、事故直後から日本と同じ機器、方法で小児の甲状腺を検査していたとすれば、福島と同様に短時間でがんの発生が高頻度に見られた可能性が高い。

(3) 2順目、3順目の検査で明らかに地域差があること

この、県民健康調査による甲状腺検査では、令和元年6月30日までに、悪性ないし悪性疑いと判定された人数が229人であり、うち手術を実施した人数は174人、その内訳は、良性結節が1人、乳頭がんが171人、低分化がんが1人、その他の甲状腺がんが1人であったと報告されている。

また、NPO法人3・11甲状腺がん子ども基金は、県民健康調査の公表結果に含まれていない甲状腺がんや疑いの例が、事故当時4歳の子供を含めて令和元年6月30日時点で少なくとも18人に上っていると発表している。

事故前の全国や世界統計では、子どもの甲状腺がんの発生率は100万人に1人か2人とされていたから、数十倍の発生頻度になる。もっとも、症状がない健康な子ども全員が対象の福島の検査の結果と、一般的に目立つ症状が出てから診断されるがんの統計では単純比較は困難である。

この点、私は、この県民健康調査によって発見されている甲状腺がんが、原発事故

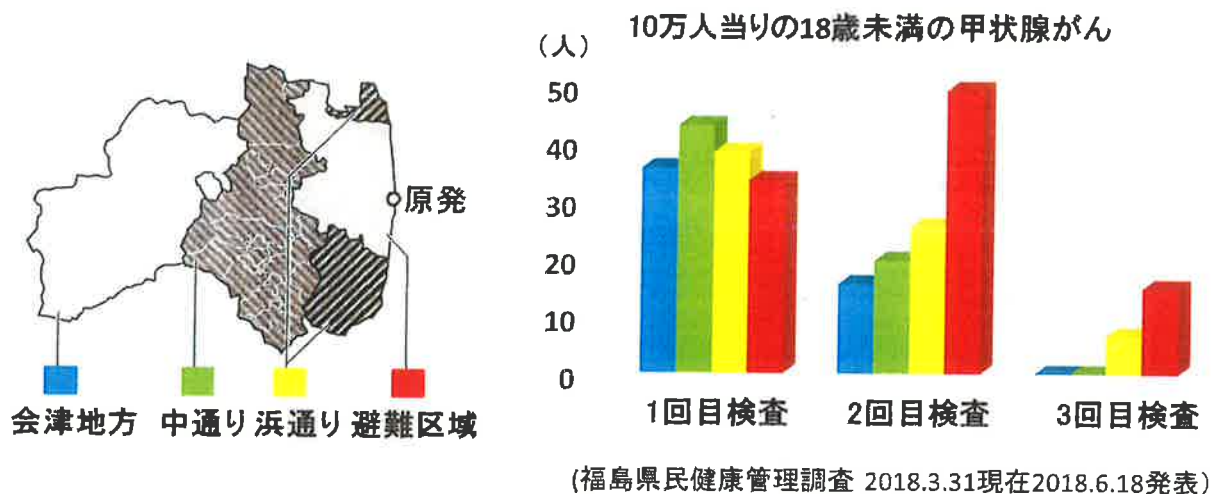
による放射線被ばくの影響によるものであるかについて、次のようなデータに着目すべきではないかと考えている。

それは、2 順目、3 順目の本格検査によって発見されている甲状腺がんの地域分布である。

発見された甲状腺がん患者の10万人当りの人数を、事故当時の居住地に基づいて、会津地方、中通り、浜通り（避難指示区域外）、避難指示区域の4つのカテゴリーごとに分けて集計すると、下のグラフのように、原発事故による放射線被ばく量が多かったと考えられる地域ほど、発見されている甲状腺がん患者の人数も多くなるというハッキリとした傾向（量反応関係）が観察される。

(図7)

18歳未満の甲状腺がんの地域分布



このような患者数の分布は、発見されている甲状腺がんが、原発事故による放射線被ばくの影響によるものであることを示唆するデータであると考えられる。

福島県県民健康調査検討委員会甲状腺検査評価部会は、2019年7月に公表したまとめにおいて、この結果について、「性・検査時年齢の他、検査実施年度、細胞診実施率、先行検査からの検査間隔、先行検査での細胞診実施の有無など多くの要因が悪性ないし悪性疑いの発見率に影響を及ぼしていることが考えられる。従って、甲状腺がん発見率と線量との関連を検討するためには、これらの要因を制御するための解析をする必要がある」として、この明確な量反応関係を認めていない。しかし、このような健康調査においては、まずは人為的で複雑な制御や調整を行う前に、シンプルな方法によって得られた粗データから、どんなことが示唆されるのかを真摯に検討すべきだと考える。

放射線被ばくの影響ではないとすれば、なぜ、このグラフに示されるような傾向がみられるのか。放射線被ばくの影響を否定するのであれば、否定する側で、その説明がなされなければならないが、何らの説明もなされていない。

(4) 「チェルノブイリと福島では被ばく量が違いすぎる」との主張について

この点、福島県や国、多くの専門家は、福島で観察されている甲状腺がんは被ばくの影響とは考えにくいとする根拠として、「チェルノブイリと福島では被ばく量が違いすぎる」ことを挙げている。

しかし、この主張は、チェルノブイリでの被ばく線量を過大評価する一方で、福島での被ばく線量を過小評価したものである可能性が高く、被ばくの影響を否定する根拠とはならないと考える。

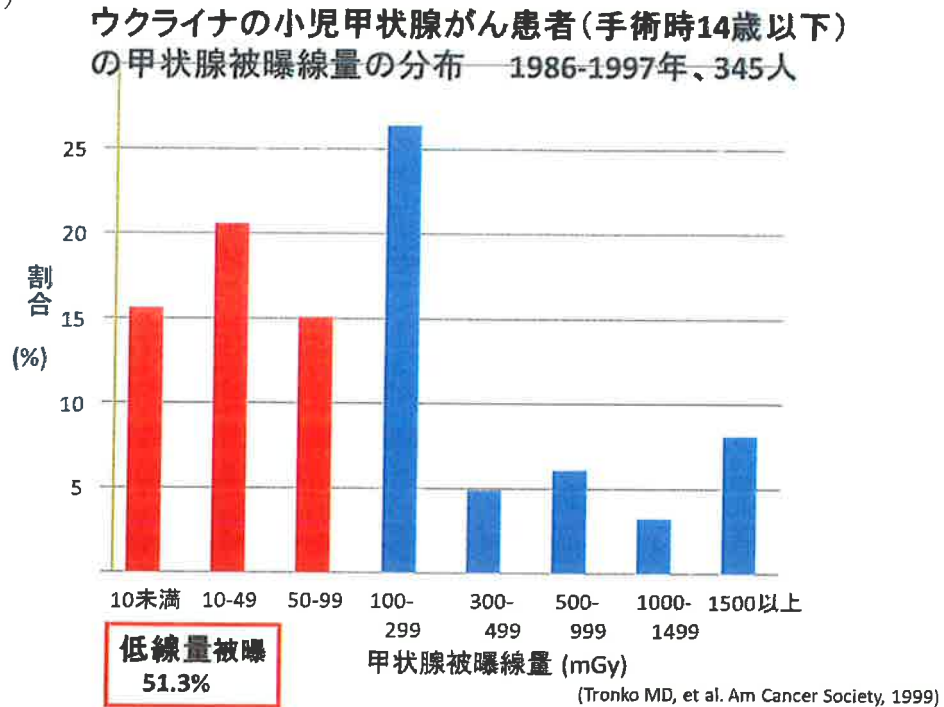
ア チェルノブイリの被ばく線量が過大評価されていること

チェルノブイリの同程度の汚染地域であっても甲状腺の内部被ばくの蓄積線量は都会と郊外で大きく異なる。郊外では家庭菜園が一般的で原発事故後もその収穫物を食べ続けたため、桁違いの被ばくをしている例があり、この場合、平均値がかなり上がるため、福島の平均値と大差があるように見えるかもしれない。

しかし、これは「平均値のトリック」とでも呼ぶべきものであり、実際、ウクライナの小児甲状腺がん患者（手術時14歳以下）345例の甲状腺被ばく線量の分布をみると、100mGy以下が51.3%と半分以上を占めていることがわかる

（図8）。チェルノブイリでも、低線量の被ばくによって甲状腺がんが発生していたのである。チェルノブイリにおける被ばく線量の平均値が高いことは、低線量被ばくでの甲状腺がんのリスクを否定する根拠とはならない。

(図8)



イ 福島の被ばく線量が過少評価されていること

残念ながら福島においては甲状腺被ばくの直接計測がほとんど行われなかった。

ヨウ素-131は半減期が短い(約8日)ので、できるだけ早期の計測が必要だったのだが、正確なヨウ素の被ばく線量が調査されることはなかった。

そのため、福島では、現在言われている以上に、事故直後の時期における放射性ヨウ素による被ばくが生じていた可能性が高い。

実際に子どもの甲状腺被ばく線量測定が行われたのは、放射線医学総合研究所による1080人(飯館村, 川俣町, いわき市)と弘前大学による8人(浪江町, 津島地区, 南相馬市)の計1088人のみである。

しかも、弘前大学はさらに検査人数を増やす計画であったのに、県が「不安をかき立てるからやめてほしい」と中止要請をしたとのことである(毎日新聞2012年6月14日)。

ウクライナでは約13万人の子供が甲状腺の直接測定を受けているのに対してお粗末すぎる。しかも、放射線医学総合研究所が行った1080人に対する検査は空間線量率測定用の簡易サーベイメータ(ウクライナや弘前大学の8人の測定には核種分析ができるスペクトロメータが使用された)であり、バックグラウンドの方が甲状腺の実測値より高いところで計測している例もあるので、正確な値とは程遠いと考えられる。

厚生労働省が、ごく一部ではあるものの母乳中のヨウ素 I-131 の調査をおこなったのは、事故から 40 日以上が経過した後のことだった。半減期を考えれば、事故当初は 100 倍以上存在したとも考えられるのであり、母乳に大量の放射性ヨウ素が含まれていた可能性がある。

事故直後に SPEED I の試算が報告されていなかったために、実際には高線量地域となっていた北西方向に避難してしまった人も多く、高線量の避難先で被ばくしてしまったことが懸念される。

上水道、母乳、野菜から放射性ヨウ素が検出されていたことや、都道府県別ヨウ素の降下量データなどからも、事故直後の時期には、広範な地域で多様な経路を通じた被ばくが生じていたものと推察される。

関東においても、放射性ヨウ素の最大降下日の 5 日後の上水道や 40 日後の母乳から放射性ヨウ素が検出されたことから、福島ではさらに多くの放射性ヨウ素が存在したと推定するのが自然である。

このため、福島での被ばく線量は、これまで過少に評価されてきた可能性が高いと言える。

ウ 結論

したがって、「福島での被ばく量はチェルノブイリに比べはるかに低いので甲状腺がんの発生は考えられない」という論法は成り立たないと考える。

(5) スクリーニング効果や過剰診断説について

ア スクリーニング効果であるとの主張

福島県民健康調査の結果に対しては、スクリーニング効果で、甲状腺がんでよく見られる潜在がんを早く見つけただけだという見解もある。

1 巡目の先行検査によって発見されたがんの中には、検査しなければその時点ではまだ見つからなかったがんが含まれている可能性は否定できない。しかし、スクリーニング効果だけで全てを説明できるのかは疑問であり、また少なくとも 2 巡目以降に発見されているがんの多くは、上述した明確な傾向が示された地域分布に照らしても、原発事故による被ばくの影響を受けていると考えられる。

この点に関し、スクリーニング効果として増加する甲状腺がんは、予後の良好な小さいがんであると説明される場合がある。

例えば、米国では、超音波を用いたがん検診が普及し、無症状の予後の良い微小ながんまで検出されるようになったとされている¹⁵。

また、韓国でも、19 歳以上を対象に、1999 年からがん検診を開始し、有料で甲状腺がんの検査も行った結果、1993 年と比較して、2011 年には 15 倍の甲状腺がんが発見されるようになった。しかし、発見されたがんの腫瘍径に着目

すると、手術で切除された甲状腺がんのうち、腫瘍径が10mm以下のものの割合が、1995年における14%から、1996～2015年については56%（1/4は5mm以下）と増加していたことから、この調査結果は、検診がおとなしい小さながんの発見につながったことを示している¹⁶。ところが、これに対して、福島第一原発では、2016年4月までに手術が実施された125例につき、甲状腺の腫瘍または腫瘍疑いの人の平均腫瘍径は、14.0±8.5mm（5-53mm）であった。また、手術した125例中77.6%がリンパ節転移しており、39.2%が甲状腺外浸潤、2.4%が遠隔転移をしていた。また、術前に腫瘍径が10mm以下で、術後に甲状腺外浸潤とリンパ節転移のいずれも認められなかったものは、わずか4%（5例）に過ぎないものであった。ベラルーシでも、甲状腺がんのうち、77%が腫瘍径10mm超であり、手術した131例中、42%が浸潤がんで、5%が肺転移を起こしていた。

このように、福島では、手術対象とされた甲状腺がんの多くが、侵襲性が高く手術を要するがんであったことが示されている。つまり、福島県民健康調査によって発見された甲状腺がんの多くが、スクリーニング効果により見つかった予後の良好な小さいがんではなく、手術を実施すべき状態のがんだったのである。

イ 過剰診断説は明確に否定されている

2014年6月10日に開催された福島県民健康調査の「甲状腺がんに関する専門部会」の際、福島県立医大の責任者によって、過剰診断説は明確に否定された。

この部会では、多数の子どもが甲状腺手術を受けていることについて、「過剰診療ではないか」という質問があり、この質問に対して、手術のほとんどを実施している福島県立医大の責任者である鈴木眞一医師は、「とらなくても良いものはとっていない。手術しているケースは過剰診療ではなく、臨床的に明らかに声がかすれる人、リンパ節転移などがほとんどで、放置できるものではない」と回答した。鈴木眞一医師は、その後も、繰り返し過剰診療説を否定する内容の実態報告を重ねているのであり、過剰診療説を明確に否定されている。

ウ 2巡目以降の年齢構成分布の特徴

2019年10月7日に開催された第36回県民健康調査検討委員会の際に配布された参考資料1「甲状腺検査の状況」には、4巡目までの細胞診で悪性ないし悪性疑いであった人数の年齢、性分布についてのヒストグラムが掲載されている。

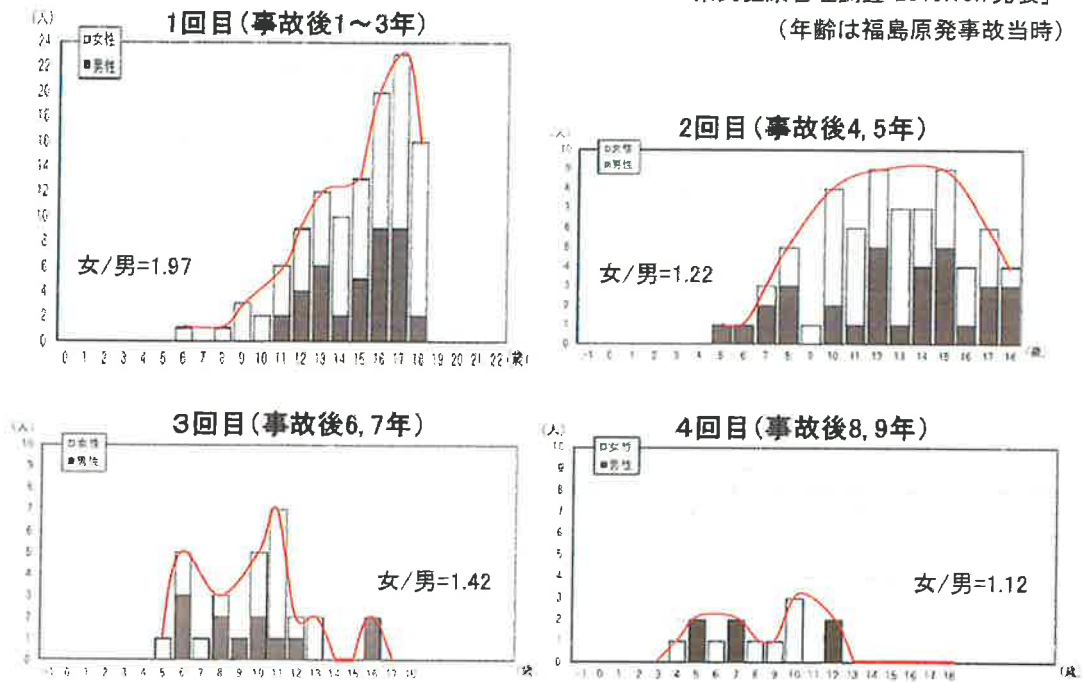
この山の形を1巡目から4巡目まで観察してみると、1巡目では明確に見られた原発事故当時の年齢が高いほど症例数が多くなるという傾向が、2巡目以降には全く見られなくなっていることが分かる（図9）。

(図9)

福島の甲状腺がん

福島小児甲状腺がんの年齢別発生頻度

「県民健康管理調査 2019.10.7発表」
(年齢は福島原発事故当時)



この違いについては、図7の地域分布が、1巡目では明確ではないが2巡目3巡目では明確な傾向が出ていることと同じ理由によるものと考えることが可能である。

すなわち、1巡目(先行検査)では、スクリーニング効果による症例が入り込んでいるため、原発事故の影響による症例の分布が明確ではないが、2巡目以降はいわゆる刈り取り効果により、スクリーニング効果の影響のない分布が示されているものと考えられるのである。

(6) 青森・山梨・長崎との比較について

福島第一原発による甲状腺がんの多発を否定する根拠として、青森、山梨、長崎における集団検診で発見された甲状腺がんの有病率と、県民健康調査とが同等であることを指摘する見解もある。

しかし、チェルノブイリ原発事故では、非ばく露集団等における集団検診データの調査人数は合計70,445人(うち甲状腺がん発見1人)である。これに対して、青森、山梨、長崎の3県における調査人数は約4,400人に過ぎず、甲状腺がんも1例発見されたただけである。このような調査規模では、統計的有意差を論じるだけのデータ数に足りていないと言わざるを得ない。

チェルノブイリ原発事故に比較して、3県における集団検診には、統計的な有意差

を論じるだけの母数がないというべきで、3県の非ばく露集団との比較によって多発の有無を論じることはできない。

(7) 日本人とヨウ素摂取

チェルノブイリ原発事故による甲状腺がん多発を否定する根拠として、「日本の子どもはヨウ素が十分に足りているから甲状腺がんが発生しにくい」という見解もある。

しかし、ヨウ素摂取が不足しても、ヨウ素摂取が多すぎても甲状腺がんが発生しやすくなると報告されている。そのため、ヨウ素が足りているから甲状腺がんが発生しにくいとはいえない。

マウス実験でも、日本人のヨウ素摂取量に相当する量のヨウ素を投与しても、放射性ヨウ素取り込みの抑制効果は無かった¹⁷。

(8) 乳頭がんの占める割合が高いこと

組織型分類（がんの組織の状態による分類）上、甲状腺にできる主な悪性腫瘍には、乳頭がん、濾胞（ろほう）がん、低分化がん、髄様（ずいよう）がん、未分化がん、悪性リンパ腫などがある。

自然発生症例における乳頭がんの割合は、英国で52.2%、米国で81.5%である。

これに対して、全甲状腺がんのうち乳頭がんの占める割合は、福島で98%（乳頭がん49例、低分化がん1例）、ベラルーシで95.0%、ウクライナで94.2%であり、これらの地域では、自然発生例と比較して乳頭がんの割合が高いという共通点が見られる¹⁸。

このことは、福島、ベラルーシ、ウクライナの各地域では、自然発生とは異なる機序で乳頭がんが発生していることを示唆しており、原発事故による放射線被ばくが乳頭がん発生に影響していることが疑われる。

(9) 性差が少ないこと

甲状腺がんの性差についてみると、通常、女子の方が3倍以上多い病気といわれている。

これに対して、福島県民健康調査の結果、甲状腺がんが確認された男女比は、1:1.8であった。チェルノブイリ周辺でも、甲状腺がんの男女比は1:1.5~2.0である。

このように、福島県やチェルノブイリ地域では、自然発生症例に比べて男女差がなくなる共通点が見られており、やはり、自然発症とは異なる機序によって甲状腺がんが発症していることが示唆されており、原発事故による放射線被ばくの影響が疑われる。

(10) 浸潤、リンパ節移転が多く見られるという共通点があること

上記「(5) スクリーニング効果や過剰診断説について」で述べたとおり、福島県民

健康調査で発見された甲状腺がんの多くは、甲状腺外浸潤やリンパ節転移が見られている。ベラルーシにおける甲状腺がんとの間で共通点がみられる。

(11) 5歳以下の子供の甲状腺がんについて

一般的に放射線で誘発される甲状腺がんは、被ばく時年齢が低いほど（特に5歳以下）高リスクであることが知られており、チェルノブイリでは被ばく時年齢がより低いほど甲状腺がん頻度の高い傾向が見られたのに対して、福島では事故後の3年間において、低年齢層では甲状腺がん頻度の上昇は見られず、年齢の上昇に伴う頻度の上昇が認められており、通常の甲状腺がんの罹患率の上昇パターンと同じであるという指摘もある。

しかし、チェルノブイリ原発事故では、早い段階で適切な避難指示や食品摂取制限が適切に行われなかったため、小児の被ばく回避がなされず、5歳以下の小児甲状腺が多発したのは、当然であると考えられる。これに対して、福島第一原発事故で小児甲状腺がんが少なかったのは、放射線の影響が考えにくいのではなく、食品摂取規制の差が大きいため、チェルノブイリ原発事故と比較して小児甲状腺被ばくが少なかったことに原因があると考えられる。

また、5歳以下の小児に甲状腺がんの増加がみられなかったとしても、そのことは、6歳以上の者に甲状腺がんが増加しなかったことを意味しない。5歳以下の小児甲状腺がんを比較するだけで、全体の影響を否定することはできない。

さらに、チェルノブイリでは、未成年時に被ばくした者について、大人になって甲状腺がんが増える傾向が深刻な問題となっており、小児甲状腺がんに限らず、成人も含めて比較検討する必要がある。このことから、5歳以下の小児甲状腺がんを比較するだけで放射線の影響を否定することは、誤りというべきであろう。

5 結論

アルコールに強い人、弱い人がいるように、放射線の影響を受けやすい人、受けにくい人がいます。放射線に対する個人差は、年齢や遺伝子の違いによって生じるものであり、極めて大きいのです。また、放射線の影響は1回のみとは限らず、福島原発事故後は低線量・低線量率被ばくであっても持続しており、それに加えて、アルコール、タバコ、薬などの有害物質やCT検査などの医療被ばくによる複合影響が加わります。

現在、低線量・低線量率被ばくが人体にどの程度の悪影響を与えるのかについては「不明」というのが、専門家の間でも一致した意見です。

しかし、「放射線に、安全な量はない」とBEIR-VIIで述べられているように放射線は本来危険なものなのです。

たとえば、道に正体不明の変な音や匂いのするあやしい箱が置かれている場合、私たちはその箱を危険なものとして扱います。しかし、福島では、年間 20mSv 以下の地域を帰還可能地域としており、危険な地域として扱われていません。

放射線に対する、個人差や複合影響を考えれば、危険な場所から遠ざかろうとする（避難する）のが当然の行為であり、これらの結果をもたらした、国や東電は、それらの人々に対して補償するのが、当然の行為と考えます。

そして、もし、原発事故がなかったら、自主避難も含めた避難生活や失業、一家離散、転校、いじめ、甲状腺がん、QOL の低下等々一切なかったはずの人々に対し、最大限の誠意ある対応を望みます。

最後に、放射線の影響で最も犠牲になるのは、主に子供たちであることを忘れてはなりません。

以上

-
- ¹ ATM遺伝子については Bernstein et al Breast Cancer Res 2002, 4:249-252。
NBS1 遺伝子については van der Burgt I et al J Med Genet. 1996 Feb; 33(2):
153-156。また, NBS1 異常細胞の radio-sensitivity を示す実験として Shimamura T
et al Cell Cycle. 2016;15(8):1099-107
- ² Pijpe A et al. BMJ 2012; 345: e5660
- ³ 兼重照未ほか 日本甲状腺学会雑誌 5; 41-44, 2014
- ⁴ Llooyd RD et al, Radiat Res, 54; 463-478, 1973
- ⁵ 放射線被曝者医療国際協力推進協議会編 原爆放射線の人体影響 1992, 1992
- ⁶ B E I R VII—Phase2 2006, 2006
- ⁷ Yoshimoto Y, Kato H, Schull WJ. J Radiat Res 1991;32 Suppl 231-238
A review of forty-five years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb
survivors. Cancer risk among in utero-exposed survivors.
- ⁸ Pearce MS, Salotti JA, Little MP et al Radiation exposure from CT scans in
childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours a retrospective
cohort study. Lancet 380 499-505, 2012
- ⁹ Mathews JD Forsythe AV, Brady Z et al. Cancer risk in 680,000 people
exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence data
linkage study of 11 million Australians. BMJ 346 f2360, 2013
- ¹⁰ 宮崎 治. 小児CTにおける被ばく評価と管理. 日獨医報第 61 巻第 1 号 2016,
2016
- ¹¹ Berrington de Gonzalez A, Salotti JA, McHugh K et al Relationship between
paediatric CT scans and subsequent risk of leukaemia and brain
tumours: assessment of the impact of underlying conditions. Br J Cancer 114.
388-394, 2016
- ¹² Meulepas JM et al J Natl Cancer Inst 2018 Jul 18 doi 10.1093
- ¹³ 週刊朝日. 2014年2月14日号, 朝日新聞出版
- ¹⁴ 真値の半分しか表示しないモニタリングポスト - 「科学計測」が事実を語るとは
限らない - 矢ヶ崎克馬 日本の科学者 53(2), 100-105, 2018
- ¹⁵ Davis L et al, JAMA, 295; 2164-2167, 2006
- ¹⁶ Ahn HS et al, N Engl J Med 2014; 371:1765-1767
- ¹⁷ 本行他, 第 61 回日本放射線影響学会大会
- ¹⁸ Jacob P, Bogdanova T I, Buglova E, et al. Thyroid cancer among Ukrainians
and Belarusians who were children or adolescents at the time of the
Chernobyl accident J. Radiol. Prot. 2006; 26: 51

本行忠志（大阪大学医学部教授）

1981年 大阪大学 医学部 医学科 卒業

1981年～1987年 外科臨床医（大阪厚生年金病院（現 JCHO 大阪病院）他）

1987年～1991年 大阪大学 医学研究科 大学院

1991年～1993年 米国国立癌研究所 留学

2019年現在 大阪大学医学系研究科保健学専攻・教授

米国癌学会(AACR)、日本放射線影響学会、日本甲状腺学会、

日本職業災害医学会、日本臨床内科医学会他所属 医学博士

論文

「放射線の人体影響-低線量被ばくは大丈夫か，本行忠志，生産と技術，66
68-75，2014年09月，解説・総説」

「原発事故において安定ヨウ素剤が利用できない場合の放射性ヨウ素対策につ
いて-マウスの研究より，本行忠志他 2017年10月，会議報告/口頭発表」

「放射線における被ばくとヒューマンエラー防止のポイント，本行忠志，技術
情報協会，pp432-439，2019年8月08日，解説・総説」など