

放射線は年間50mSv以下なら浴びても安全

近藤 宗平*

1. はじめに

本誌2009年11月号の最初の記事：「塩見浩也著：最新の放射線治療」と「伊藤均著：食品照射の近況」に、それぞれに次の記述がある。“欧米ではがん患者の50-60%以上が放射線治療を受けているが、わが国では25%程度にすぎない。”“食品照射は米国などでは多くの食品が許可されており、香辛料の放射線照射加工は約60ヶ国で許可されているが、わが国ではジャガイモの放射線処理が1つ許可になっているに過ぎない。”これらは、日本人は異常に放射線を怖がる民族であることを示す。日本人の異常な放射線怖がり特性は、日本では法律による放射線規制が非科学的に厳しいことを反映していると思われる。

2. 放射線危険領域の策定は日米間で相違

日本の法律は次のように規制している。“放射線を扱う施設と外との境界では年間1 mSv 以下になるように放射線を管理すべし。”米国保健物理学会は、2004年に次の声明をだした¹⁾。「放射線によるリスクの検定を年間50mSv 以下の領域で行うことに反対。50mSv 以下のリスクは検定不能なほど小さいかまたは存在しない。」

上述の日米の見解のどちらが正しいか。

この問題は、微量放射線を被ばくした人達の健康調査の結果から解決できる。該当する調査結果の数例を次節以降に紹介する。これらの調査結果によれば、日本の法律の策定値より、米国の保健物理学会の声明の方が妥当である。従って、この論説の表題に米国保健物理学会の声明の概要を借用した。

3. 高自然放射線地区のがん死亡率は普通地区のがん死亡率より低い^{2, 3)}

中国広東省陽江県に自然放射線量率が高い地区がある。この地区の近くの普通自然放射線量率地区を対照地区に選んで、両地区の住民のがん死亡率の比較調査が1970から16年間継続された。その総数はそれぞれ約100万人・年に達した。表1に調査結果の総括を示す。

表1 高自然放射線地区と対照地区のがん死亡率^{2, 3)}

	高線量地区	対照地区
線量率 (mSv/年)	5.5	2.1
がん死亡率 (10万人・年当たり)	48.8	51.1

表1によれば、高自然放射線地区のがん死亡率は、10万人・年当たり48.8で、対照地区のがん死亡率は10万人・年当たり51.1である。この差は統計的には有意ではない。ところが、両地区の住民の40~70歳の人に

* Sohei KONDO 大阪大学 名誉教授

限定して調べると、高自然放射線地区のがん死亡率が対照地区より14.6%低くて、この低下は統計的に有意である。

結論：自然放射線を普通より年間約3 mSv 多く浴び続けると、がん死亡率の低下という有益効果が起こる。

4. 英国の放射線科医で後期に登録した人達の SMR 値

英国放射線科医の100年間（1897～1997年）の死亡率の調査結果が発表されている^{4,5)}。放射線科医の観察死亡数（O）と放射線を浴びていない参照集団の死亡率にもとづいて算出した期待死亡数（E）との比（O/E）を SMR（standardized mortality ratio; 標準化死亡比）と呼ぶ。E は次式で求める。

$$E = n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots + n_k P_k \quad (1)$$

ここに n_i は放射線科医集団の i 番目の年齢階級の人数、 P_i は参照集団の i 番目の年齢階級の死亡率、 k は調査集団で採用した年齢階級数である。表2は、後期（1955～1979）に登録した放射線科医のがん死亡率の SMR 値を、参照集団に X 線を使用しない一般臨床医を選んだ場合について示す。この時期の放射線科医は年間約5 mSv の放射線を20年間被ばくしたと推定されている⁴⁾。表2は、放射線科医では、被ばくゼロの一般臨床医より、がん死亡率が29%（ $= 1 - 0.71$ ）低下したことを示す。

表2 後期(1955～1979)に最初の登録をした放射線科医の全がん死亡に対する SMR

観察死亡数	O 32	一般臨床医の期待死亡数	E 45.03	SMR 0.71
-------	---------	-------------	------------	-------------

5. 航空パイロットと一般人のがん死亡率の比較^{5,6)}

定期航空便のパイロットは、年間2～5 mSv を地上にいるときより余分に被ばくする。この余剰被ばく線量とがん死亡率の関係が、欧州の7ヶ国の19,184人の男性定期便パイロットについて1960～1997年にわたって調査された。表3に調査結果の概要を示す。この表の累積線量25mSv 以上の例で、“全がん死 SMR は0.6” ということは、彼らのがん死亡率は、一般人男性のがん死亡率を1とした場合に0.6であることを意味する。すなわち、一般人より25mSv 以上放射線を浴びた航空パイロットは、余分の被ばくのおかげでがん死亡率が40%低下する有益効果をえた。

表3 航空パイロットと一般人のがん死亡率の比較^{5,6)}

累積線量(mSv)	5 - 14.9	15 - 24.9	25以上
全がん死観察数 O	79	98	72
全がん死期待数 E	117	138	120
全がん死の SMR	0.67	0.71	0.6

6. 米国の原子力船修理造船工と対照造船工のがん死亡率の比較

米国では原子力船のオーバーホールその他の修理のために多くの造船工が従事し、原子炉周辺鋼材内の放射性⁶⁰Coからのγ線を、年間約3 mSv ずつ10数年間浴び続けた。対照集団として、原子力船の修理をしない造船工が選ばれた。被ばく造船工と対照造船工の間で、全がん死亡率の比較調査がなされた。この疫学的調査は、ジョンズ・ホプキンス大学公衆衛生学教授 G. Matanoski により、米国エネルギー省の

要請でなされた⁷⁾。表4に示すように、原子力船修理造船工の全がん死亡率を全米白人と比較した場合のSMR値は0.95であり、対照造船工の全米白人と比較した場合のSMR値1.12の0.85倍である。すなわち、原子力船修理造船工のがん死亡率は対照造船工より15%低い。この場合のがん死亡率の低下は、統計的に有意の低下である。この調査は、低線量放射線影響の調査では、稀に見る大規模で厳密な疫学的調査であった^{5,7)}。

表4 原子力船修理造船工と対照造船工における全がん死亡率に関するSMR値の比較

がんの種類	原子力船修理造船工		対照造船工	
全がん	O/E 603/632	SMR 0.95*	O/E 878/785	SMR 1.12

* 対照造船工のSMR値と比べ危険率5%以下で統計的に有意の低下。

O=造船工において観察された死亡数

E=米国の一般白人男性における期待死亡数

SMR=O/E

7. チェルノブイリ原子炉事故の パニックと死の灰による白血病

1986年4月チェルノブイリの原子力発電所の第4原子炉が炉心崩壊の大事故を起こした。この事故により大量の放射性降下物(以下“死の灰”と略称)が北半球全土を見舞って、世界中をパニックにおとし入れた^{3,5)}。死の灰で健康影響に重要な放射性核種は¹³⁴Csと¹³⁷Csである⁵⁾。

これによる汚染がひどかったベラルーシ国ゴメリ州の地上汚染濃度Sの平均値は約200kBq/m²であった⁸⁾。これによる被ばく線量率Dは、初年度の場合は、次式により、年間4mSvとなる。

$$D(\text{mSv}) = 2S(100\text{kBq/m}^2) \quad (1)$$

この式はハンガリー国立物理研究所がチェルノブイリ事故直後から、ブダペストにおける死の灰降下結果の実測をして確立した

実験式である^{5a,10)}。

ベラルーシ国では、15歳未満の小児の白血病の発生は、国に登録することが義務である⁸⁾から、この国の白血病発生率は信頼性高いデータである。図1はゴメリ州の男の子の白血病の年間発病率の経年変化で、白血病の発病率は死の灰が汚染した1986年の前と後で差がないことを示す^{3,8)}。女の子の白血病頻度も汚染の前と後で違いはなかった^{3,8)}。



図1 ゴメリの男の子の白血病の年間発病率(●)の年次変化^{3,8)}

以上により次の証拠がえられた。ゴメリ州における死の灰由来の放射線は、初年度線量率は4mSvで、以後数年間で減少した^{5a)}。この死の灰を浴びたゴメリ州の子供の白血病は、増えも減りもしなかった。

死の灰は恐怖心をあおりたてるが、かなり大量でも実際は安全なものである。

8. 50mSv程度の放射線線量の安全性

英国で1936—1954年に最初の登録をした放射線科医の30年間の全がん死亡率とX線被ばくゼロの一般臨床医の全がん死亡率との比SMRは0.92であった⁴⁾。この時期の放射線科医の年間被ばく線量は50~100mSvと推定されている⁴⁾。

この報告は、年間50mSv程度の放射線は安全線量であることの証拠となる。

9. まとめと考察

自然放射線の年間被ばく量が普通より3mSv高い中国の場合(3節)、X線被ばく

が年間 5 mSv の英国放射線科医の場合 (4 節)、宇宙線を年間 2 ~ 5 mSv 余分に浴びる航空便パイロットの場合 (5 節)、年間 3 mSv の γ 線を浴び続けた原子力船修理造船工の場合 (6 節); これらのいずれの場合も、10 数年被ばくした結果、がん死亡率が対照群より低下する有益効果が確認された。このような有益効果は、ホルモン (hormon) 摂取によって体内の活力が刺激される場合の有効効果に似ているので、ホルミシス (hormesis) と呼ばれる⁹⁾ (文献 3 に詳述)。従って、放射線の年間 2 ~ 5 mSv の被ばくはホルミシス線量ということになる。

年間被ばく量が 50 ~ 100 mSv (8 節) になるとがん死亡率は増えないので、この線量域は安全な線量域といえる。

法律は、「放射線を浴びると被ばく線量に比例してがんが増加し、がんが増えない安全線量域 (しきい値) は存在しない」という仮説を採用している¹⁰⁾。この仮説は、国際放射線防護委員会 (ICRP) が主張している「放射線の安全管理の原則」¹¹⁾に基づいている。ICRP の原則は、年間数 mSv の放射線はホルミシス線量であるという事実と、「がん誘発が起こらない」しきい値の存在を示す科学的調査結果 (7、8 節) の両者から支持されない。

毒物学でも、最近までは次の原則が採用されていた。「毒物のリスクは、一定の摂取量 (しきい値) 以下は安全で、これを超える摂取量に比例してリスクが増える。発ガン物質にはしきい値は存在しない。」最近この原則を次のように変革しなければならないことが見出された。「大多数の毒物は、微量摂取のときは有益効果を示す。」ホルミシスの存在の発見は毒物学の研究分野に革命をもたらした。毒物学の指導的研究者 Calabrese と Baldwin は世界的科学誌 Nature に、「毒物学は基本的信条を考

え直す」という意見書を発表した¹²⁾。

資源の乏しい日本の発展には、科学的思考の育成を重視し、技術を世界のトップレベルまで振興する必要がある。放射線を正しく怖がるために、現在の放射線管理規制の非科学的部分を改訂する必要がある。

物理学者寺田寅彦は、次の名言を残している。「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正にこわがることはなかなかむつかしい」。

参考文献

- 1) Health Physics News; October, 2004.
- 2) L. Wei, et al. J. Rad. Res. 31, 119-136 (1990)
- 3) 近藤宗平: 人は放射線になぜ弱い (講談社ブルーバックス) (1998)
- 4) A. Berrington, et al. Br. J. Radiol. 74: 507-519 (2001)
- 5) 近藤宗平: 低線量放射線の健康影響、紀伊国屋書店、東京 (2005)
- 5a) I. Feher, Environ. International, 14: 113-135 (1988)
- 6) I. Langner et al. Radiat. Environ. Biophys. 42: 247-256 (2004)
- 7) G. Matanoski: Health Effects of Low-Level Radiation in Shipyard Workers. Final Report. Baltimore, Natl. Tech. Information Service, Springfield, Virginia, USA (1991)
- 8) E. P. Ivanov et al: Radiat. Environ. Biophys. 35: 75-80 (1996)
- 9) T.D. ラッキイ著: 放射線ホルミシス (松平寛通監訳)。ソフトサイエンス社 (1990)
- 10) S. Kondo: Health Effects of Low-level Radiation. Kinki Univ. Press (1993); この p13 の式 (2, 3)。
- 11) 新・放射線の人体への影響; 日本保健物理学会・日本アイソトープ協会編: 東京; 丸善、2001.
- 12) E.J. Calabrese and L. A. Baldwin: Nature, 421: 691-692 (2003)

プロフィール

1922年福岡生まれ。京都大学理学部物理学科卒。遺伝研究所室長、大阪大学放射線基礎医学教授、近畿大学原子力研究所教授を経て、現在大阪大学名誉教授。この間に物理学から遺伝学、基礎医学、癌の基礎研究に転進し国際的に活躍。高松宮妃癌研究基金学術賞・日本遺伝学会木原賞・フィンゼンメダル賞 (国際光生物学会)・放射線影響協会江藤記念賞・日本放射線影響学会功労賞を受賞。「分子放射線生物学」「生命を考える」「Health Effects of Low-level Radiation」「人は放射線になぜ弱いか」「低線量放射線の健康影響」などの著書。評論も多数。

e-mail: skondo@taurus.bekkoame.ne.jp