

**0. 5Sv以上の残留放射線に被曝したと推定される事例
—白血球数と染色体異常率からの検証—**

鎌田七男¹, 川上秀史²,

¹広島大学名誉教授, ²広島大学原爆放射線医科学研究所 放射線分子疫学研究分野

Report on cases with possible exposure to residual radiation more than 0.5 Sv, with special references of evidences from leukocyte counts in acute phase and chromosome aberration in late stage

¹) Emeritus Professor, Hiroshima University

²) Division of Bio-Medical Informatics, Department of Epidemiology, Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University

キーワード：入市被爆者、残留放射線、染色体異常、線量推定

平成19年6月3日 「原爆後障害研究会」で発表

平成19年9月1日 「広島医学」投稿済み

I 結言

初期放射線に関するDS86線量推定方式は多くの科学的根拠に基づいて作成されており、それに起因する多くの健康障害が報告されている。一方、放射線エネルギーの2/3を占める残留放射線による健康障害調査は数少ない。昨年の本会において1970年より1990年までの21年間に広島大学放射線医科学研究所、以下原医研)で診断した入市被爆歴をもつ116症例の白血病発症解析より6日入市被爆者に明らかな白血病発生増加がみられことを報告した¹⁾。本稿では、当時市内に入ってきた人(早期入市者)の白血球数、着弾時爆心地近くの地下室(壕)に居て市外へ逃げた人(市外への避難者)の40年後の染色体異常率より、それぞれの残留放射線への被曝線量を推定し、0.5Sv以上の残留放射線に被曝したと推定される事例のあることを明確にできたので報告する。

II 対象および方法

1) 早期入市者の白血球数からの推定(第1群):

主として当時調査にあたった軍部ないし帝国大学調査団の報告書を参照した。

2) 地下室(壕)に居て市外へ逃げた人の染色体異常からの推定(第2群):

広島大学原医研では昭和47年より「近距離被爆生存者に関する総合医学的研究」を行っており、500m以内被爆生存者78名の健康調査を実施してきた²⁻⁴⁾。また、各人の被曝線量を推定するため、昭和47年から昭和60年まで染色体検査を行ってきた。この78名の中で着弾時、地下室(壕)に居て初期放射線を被曝していないと考えられる4名の染色体異常率をもとに被曝量を推定した。残留放射線への被曝は避難開始時間、避難にかかった時間、服装(帽子)、靴(ベータ線)などに大きく影響されるため、昭和47年当時の聞き取り調査記録を参照するとともに生存中の人には再度質問票を送り、それらの事項を再確認した。

III 結果

1) 早期入市者の白血球数からの線量推定(第1群)

早期入市者の白血球数について表1のように5つの事例をとりあげたが、いずれも白血球算定者は当時の大病院、大学関係者、軍関係者でありその結果には信憑性がある。また一部の入市者には後日再検査が行われ、白血球数回復の所見も記録されており、被曝後の白血球減少を十分に確証するものと思われた。特に事例5の中国軍管区軍医部の衛生速報第9号(昭和20年10月23日発行)には65%の入市被爆者に白血球減少がみられ、しかも、当日に入市し、500m以内で作業した者に多かったと明確に記載

されていた⁵⁾。通常、白血球減少の出現は少なくとも 0.5Sv 以上の被曝を意味しており、入市被爆者に少なからず残留放射線の被曝があった事は間違いないと考えられた。

2) 地下室（壕）に居て市外へ逃げた人の染色異常率からの推定（第 2 群）

4 事例の推定被曝線量は表 2 に示すように 0.9 から 3.3Sv であった。着弾時の居場所から考えて、初期放射線はいずれもほぼゼロに近いものと考えられ、これらの推定被曝量は避難行動時に受けた残留放射線とくにガンマ線によるものと思われた。

IV 考察

被曝した人の線量を推定するには 1. 急性放射線症状から推定する方法、 2. 経時的なリンパ球数の変化から推定する方法、 3. 物理学的手法による体内放射線（能）を推定する方法（ガンマ線の体外測定やアルファ線、ベータ線放出核種のバイオアッセイ）、 4. 末梢血リンパ球の染色体異常より推定する方法などがある。

今回の第 1 群に該当する入市被爆者の線量推定には当時の白血球数の減少（リンパ球は白血球の中でも放射線感受性が高く、白血球減少の大部分はリンパ球減少に起因すると考えられるので白血球数減少を目安とした）と第 2 群に該当する爆心部からの避難者には放射線被曝歴を定量的に示す染色体異常率を用いた。

当時の検査結果から、全ての入市被爆者ではないが、第 1 群の早期入市者に白血球減少があったことは間違いないと考えられる。ただ検査年月（入市日の日数）が明確でないため 2,300 から 3,200 の白血球数が、1,000 台からの回復期の値なのか、最低時期のものなのかの判断はできず、被曝時線量を詳細に推定することはできなかった。少なくとも 0.5Sv 以上の被曝があったと推定することはできる。

第 2 群に該当する中心部からの避難者の染色体異常率観察からは 0.9 から 3.3 Sv の被曝が推定された。事例 1 はビルの中で友を助け、火事嵐をさけて 6 時間後に富国生命ビルより白島にある通信局本庁に連絡に行っている。避難開始時としては幸いにも遅い方になると考えられる。種々の証言をみると爆心近くで被曝した人は直後に失神しており避難を開始しているのは 1-2 時間後になっているようである。一方、事例 3 と 4 は袋町小学校地下室で 1 名の教諭、3 名の友達と被曝し、先生の指揮のもとに被曝 90 分後頃より比治山に向かっている。事例 3 と 4 の推定線量が異なっているが、事例 4 は放射化した鉄棒などを杖にして逃げるなどの、特別な事情があったのかもしれない。事例 2、事例 3、4 は、経路は異なるがいずれも比治山の方に避難した。下中町にあった旧広島電報電話局の挺身隊の多くが比治山に逃げており、当時の避難行動の 1 つの型といえよう。このような事例での残留放射線量は 1.5-2.0 Sv と考えられる。しかし、このような人達は 500m 近距離被爆者の中でも特別な事例であり、多数の被爆者に該当するというものではないが、残留放射線の人体への影響や線量推定に参考になる事例と考えられる。

次に、これまでに残留放射線が学問的に疎んじられたのは何故であったかを、しっかりと反省しなければならない。その主なものは、われわれ科学者（物理学、医学など）が当時に多大な努力をされて作られた先輩達の記録を十分に読み、それを検証する努力をしてこなかったことに尽きる。これには昭和20年9月19日から昭和26年9月8日まで続いていたプレスコードの存在、過少評価された残留放射線に関する米国からの情報なども大きく関与していると思はれる。そのような詮索は抜きにして現時点で何が問題となるかを指摘する。

1. DS86 第6章の問題点

DS86 計算式作成にあたり広範囲な検討がなされ、初期期放射線の推定はほぼ完璧に近い計算式と思われる。しかし、残留放射線に関する第6章にはいくつかの問題点が残されている。

1. 土成分のみの推定値であること：この6章には土成分のことしか書かれていない。ネバダ砂漠で行った原爆実験を模して広島・長崎の土成分の残留放射線の推定が行はれたと考えられる。しかし、当時、広島では社会が営まれており、鍋、釜、鉄製風呂釜など、各種金属が放射化されていた。また、人間の屍体も強く放射化されていた。これらの全てを無視した形で残留放射線の推定がなされている。
2. 翌日入市からの設定：基本的にこの章は、当日は火災があり入市不可能であるという前提で書かれた節が多々ある。しかし、現実には当日の夕方から飯塚隊（宇品駐屯）が八丁堀から紙屋町にかけて死体処理をした記録がある⁶⁾。当然、その居住者も家族を探しに来ていたことは間違いない。
3. 8月中旬に観測された実測値が採用されていない：後述するように京都帝国大学や理科学研究所がそれぞれ8月10日、8月14日に来広し、さまざまな物について観測を行っているがこれらは第6章において採用されていない。採用された最も早いものは誘導放射線に関する11日後（木村）、放射線降下物に関する40日後（9月24日）（藤原、竹山）である。広島は被爆40日（9月15日）に枕崎台風が来襲しており、かなりの放射性物質も洗い流されたと考えるのが妥当であり9月中旬以降の実例値は、たとえ観測されていたとしても、地表に関する限り採用されるべきものではない。

2. 当時の物理学的測定の問題点

着弾4日目の8月10日に京都帝国大学物理学教室員が来広し、当日、爆心地近くの土を採取した。また8月13日と14日の2日間、市内各所の残留放射線の測定を行った。採取した資料は15日に京都に持ち帰られ、16日に測定し、爆心地域での人骨、馬骨、金属などに高い放射線を、また、己斐、高須、荒神地区での土資料に高い放射線を観察した。陸軍関係者は「自動車上ニテ放射能ノ強サ」を測定したと記載している。すなわち、当時の軍隊のトラックの上にガイガーミュラー計数管を載せ、南北方面には日赤-白神社前-紙屋町-三篠橋 また東西方面には柳橋-紙屋町-左官町-天満町と車を走らせ測

定を行った⁷⁾。また、市内各地における土、骨、銅線などの資料を採取した。

残留放射線量の評価：原爆の残留放射線量は「地上1mの高さでの値」として求められている^{8, 9)}。しかし、放射線量を地上1mでの値とする理論的根拠はない。上述したように、当時連続して早く測定するため 軍隊トラック上で測定したにすぎない。ちなみに、緊急時被曝医療（原発事故など）における被ばく者の汚染度レベル測定に IAEA は被ばく者より10cmにおける放射線測定値を用いるように勧告している¹⁰⁾。一般に、放射線量は距離の2乗に反比例するから、原爆残留放射線量は現在（IAEA）の放射線量評価を基準とすると100倍にして考えなければならないということになる。

β線の無視：当時、京都帝国大学調査班は爆心地域（西練兵場）で0.9MeVという非常に強いβ線を観察していた¹¹⁾。しかしβ線は飛翼距離が空中で数10m、人体では数mmであるということより、人体に対して影響ないとして残留放射線を計算上無視した^{8, 9)}。チェルノブイリ原発事故ではβ線被曝の存在が明確である。当時の入市被曝者が放射化されたほこり（例えば倒壊した電柱についている碓石に付着している半減期14日の燐など）を皮膚や頭髮間に付着し作用したと考えられる。当然、β線とともにガンマ線もでている訳であり、1mの高さでの値ではなく、皮膚上での被曝の計算もする必要があると考えられる。

内部被曝の多様性：原子爆弾の不燃焼放射性物質や爆発時に生じた新たな分裂生成物が己斐、高須地点で測定され（高濃度地域）、半永久的被曝線量は2ラドとされた（DS86）。当時の測定では荒神橋地点でも高い値が測定された⁶⁾。また黒い雨 降雨地区の気象シミュレーション計算でも広島駅の北北東部に集積が計算された。これらより荒神地区も高濃度地域であったと考えられる。当時雨水の利用は一般に行われており、この高濃度地域の雨水桶近くの土壌から高濃度放射性物質が観測された。

これらの雨水を利用し、内部被曝した人は多いと考えられる。しかし、その人達を特定することは現時点では難しく、被曝線量を推定することも難しい。このような多様な被曝形態があり、内部被曝の線量を推定できないのが現状であるが、だからといって広島原爆で内部被曝がなかったということではない。

このように残留放射線についてはいくつかの問題点がある。その一部には科学的に検証可能な事項もある。入市被曝者線量推定には入市経路、滞在しないし作業時間、作業内容などの明確化は不可欠であるが、「原爆手帳」入手時の記録、昭和50年に行われた「被曝者実態調査」の記録などの客観的資料は、不十分ではあるが線量推定に役立つものと思われる。残留放射線の科学的検証と入市経路の明確化で、入市者一人ひとりのおおよその線量が判断されるまでには、科学者をはじめ多くの関係者の努力が求められている。

結語

「入市被曝者白血病多発」の根拠としての残留放射線量の検証を行った。当時の白血球数記録および着弾時爆心地地下室に居てそこから逃避した人の染色体異常率より、残留

放射線に被曝した人の一部には少なくとも 0.5Sv 以上の放射線を被曝した人の居ることを明らかにした。入市被爆者一人ひとりのおおまかな被曝線量を推定するには科学者をはじめ関係者の努力が必要であることを述べた。

文献

1. 鎌田七男、大北威、蔵本淳ほか：8月6日入市被爆者白血病の発生増加について 長崎医学会雑誌 81：245-249, 2007
2. 渡辺 孟, 岡本直正、他：近距離被爆生存者に関する総合医学的研究, 第一報 (1) 研究目的と方法, 広島医学, 27：584-585, 1974.
3. 鎌田七男, 湯崎 稔, 他：近距離被爆生存者に関する総合医学的研究, 第8報. 染色体異常率からの被曝線量の推定, 長崎医会誌, 55：722-725, 1981.
4. 鎌田七男, 木村昭郎, 早川式彦:近距離被爆生存者に関する総合医学的研究第28報 被爆60年の人生-500m以内被爆生存78名の追跡調査から 広島医学、
5. 中国軍管区軍医部：「原子爆弾ニ関スル研究」 衛生速報第9号(昭和20年10月23日) 広島原爆戦災誌 第5巻 資料編914-933、1971
6. 陸軍省広島戦災再調査班報国書 第2号(昭和20年9月2日) 広島県史 原爆資料編 406-407, 1972
7. 中国軍管区軍医部：「原子爆弾ニ関スル研究」 衛生速報第5号(昭和20年9月12日) 広島原爆戦災誌 第5巻 資料編 893-906、1971
8. 庄野直美、飯島宗一：核放射線と原爆症 付録II 残留放射能 日本放送出版協会、1975
9. Manual for First Responders to a Radiological Emergency IAEA,2006
10. US-Japan Reassessment of a Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. ed. by Roesch W.C. Vol.1 RERF, Hiroshima,1987
11. 陸軍省広島戦災再調査班報国書 第5号(昭和20年9月2日) 広島県史 原爆資料編 410-416, 1972
12. 呉鎮守府衛生部 陸、海軍合同特殊爆弾研究会決定事項 広島原爆戦災誌 第5巻 資料編 823-824、1971

表 1. 早期入市者の白血球数 (WBC) からの推定 (第 1 群)

	症 例	白血球 数	事 例
1	広島市 配給課 長	3,200	当日正午頃より市役所 (1km 地点) 出勤、泊り込みで作業。その後、足が化膿、WBC 3,200 (三菱病院)、1ヶ月後 WBC 5,800 に回復 入市経路：仁保－御幸橋－市役所－比治山橋
2	陸軍下 士官	3,200	当日より数日間 0.9～1.6km 範囲で作業。9月初旬、出血と紫斑、9月24日 WBC 3,200 (陸軍軍医学校)
3	銀行員	2,500	0.5 km 地点 8月10日入市、連日作業。8月25日倦怠感、9月5日 WBC 2,500 9月17日 3,700 に回復 (陸軍軍医学校)
4	早期入 市者 20名 中3名	2,000 ～ 3,000	早期入市者 20名のうち3名に WBC 2,000 - 3,000、1名に 3,000-4,000 (京都帝国大学調査団、9月10日以後の調査)
5	136名 中89名 の 早期 入市者	2,300 ～ 5,300	中等度以下ノ減少者ハ概ネ 8月6日直後ヨリ直チニ屍体収容ノ為爆心地ヲ距ル 500 圏内ニ這入リシ者ニ著明ニシテ、滞在日数ノ長キ者程著明ナル影響ヲ蒙リ、遠距離ニ滞在セシ者ハ減少程度少シ (中国軍管区軍医部)

表 2. 地下室（壕）に居て市外へ逃げた人の染色体異常からの推定（第 2 群）

	当時の 年齢	推定線量 Sv	事 例
1	20才	0.9	富国生命ビル地下当直室、国民服、無帽、地下足袋、ゲートルなし。退避時間・経路：6時間後、紙屋町－八丁堀－白島、逡信局本庁に報告にゆく 69歳時 大腸癌 生存中
2	35才	1.87	天神町地下防空壕、退避経路：天神町－市役所－鶴見橋－比治山 72歳 脳出血死亡
3	8才	1.96	袋町小学校地下室、学生服、素足。退避時間・経路：90分後、袋町小学校－富士見町－鶴見橋－比治山 55歳時 胃癌 71歳時 自殺
4	9才	3.3	袋町小学校地下室、学生服、学生帽、左足素足。退避時間・経路：90分後、袋町小学校－富士見町－比治山 42歳時 胃癌 生存中