

放射線影響研究所

No. 24-02

原爆被爆者の死亡率調査

第13報 固形がんおよびがん以外の疾患による死亡率

1950-1997年

Studies of Mortality of Atomic Bomb Survivors.

Report 13: Solid Cancer and Noncancer Disease Mortality:

1950-1997

Dale L. Preston 清水由紀子 Donald A. Pierce 陶山昭彦 馬淵清彦

放射線
影響
研究所
REF

財団法人放射線影響研究所

Radiation Effects Research Foundation

白米共同研究機関

クグラウンド率に対する過剰率の比率の経時的変化を示している。被爆時年齢別の比率の減少は、二つの最若年群で最も明瞭であり、年齢に伴う過剰率の増加は、年齢に伴うがんの通常の増加よりも急速ではないことを示している。

線量反応

固形がんについて男女で平均した線量反応を、(a)多数の線量区分についてのERR推定値、(b)線量反応関数の形状に関する仮定なしの線量区分別推定値に基づく平滑化曲線(不確実性の示唆を含む)、および(c)全データセットに当てはめた線形線量反応を用いて図2に要約した。図中の推定値は、性、到達年齢および被爆時年齢の影響を考慮して得られたものである。ここでは、またほかに特に指摘がなければ本報全体を通じて、ERRは30歳で被爆した人の70歳における男女で平均した推定値である。単純な線形線量反応を否定する証拠はほとんどなく、唯一の明瞭な曲線は、約2 Sv以上で平坦になっているが、統計的に有意ではない($P > 0.5$)。1 Sv当たりのERR推定値は 0.47 ± 0.06 である。性、被爆時年齢、到達年齢およびその他の因子に伴うERRの変動によって、この推定値は、LSS集団の唯一の放射線リスク推定値と見なすことはできないが、LSS集団の固形がんリスクに対する放射線の影響を説明するための有益な指標となる。

LSS集団の低線量被爆者における放射線に関連した固形がんリスクの直接的な評価では、線量推定値が約0.12 Sv未満の被爆者に限定した場合にも線量に伴う統計的に有意な増加が

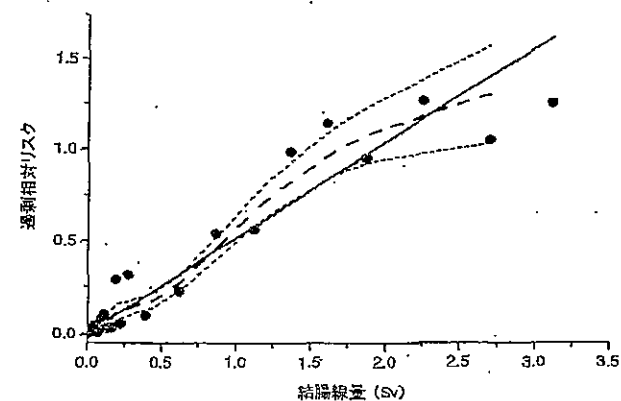


図2. 被爆時年齢30歳および到達年齢70歳の場合の男女で平均した固形がん線量反応関数。実線で示した直線は線形推定値を表し、点線は線量区分別のERR推定値を、破線で示した曲線は点から得られた平滑化推定値を表す。点線で示した曲線は、平滑化推定値に対する1標準誤差の上限と下限を示す。

示唆される。この線量範囲における1 Sv当たりのERR推定値は0.74 (90% CI 0.1; 1.5) である。この低線量域における線量反応曲線の傾きが全線量範囲の場合と有意に異なることを示唆する証拠はなく ($P > 0.5$)、閾値を示す証拠も認められない。

年齢と共に減少するERRおよび生涯リスク

ERRに対する到達年齢と被曝時年齢の影響を区別することは依然として困難であるので、ERRが到達年齢および被曝時年齢と共に変化するようにした記述的モデルを強調することとした。しかし、以前の報告書と同様、ERRが被曝時年齢のみによって変化するようにした、到達年齢に対して一定のERRモデルを用いた結果も示す。図3の左図は、幾つかの被曝時年齢群について、到達年齢に対してERRが一定になるようにした場合と変化するようにした場合のERRモデルで得られた、男女で平均した1 Sv当たりのERR推定値を比較したものである。右図はEARモデルの場合を示す。これらのモデルおよび基礎となるパラメータ推定値を3.3章に詳細に示した。

図3の左図のERR推定値は、特に小児期被曝者において到達年齢と共に減少しているが、右図に要約したデータは、放射線に関連した固形がんの過剰死亡率が、各被曝時年齢群において、時間と共に増加していることを示唆する。

到達年齢と共に変化するERR推定値は、過剰リスクが到達年齢に対して一定のERRよりも、記述が困難である。このため、長い間UNSCEAR¹⁸あるいはBEIR²²の報告書の重要な部分であった生涯リスク推定値は、LSS集団における放射線関連過剰リスクの要約として、ます

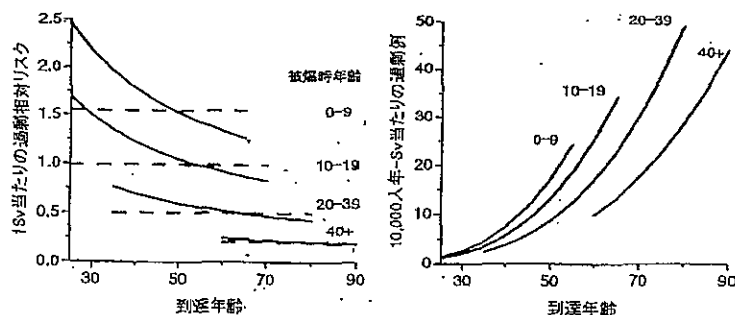


図3. 固形がん過剰リスクの主な記述。左図は、被曝時年齢0-9歳、10-19歳、20-39歳および40歳以上の各群について、男女で平均した、到達年齢に伴って減少するERRモデルで得られた推定値(濃い実線)と到達年齢に対して一定のERRモデルで得られた推定値(破線)を示す。ここに示したERR推定値と比較して、女性のERR推定値は約25%大きく、男性は約25%小さい。右図は、同じ線量群についてのEAR推定値を示す。EARに有意な性差の証拠は認められない。これらのモデルの詳細は3.3章に述べられている。

ます重要なものとなっている。この推定値を、到達年齢と共に減少するERRモデルと到達年齢に対して一定のERRモデルとでどのように違うかという評価と共に3.4章に示した。成人期に被曝した人では、生涯リスク推定値はこれら二つのモデルで基本的に同じである。小児期に被曝した人では、到達年齢と共に減少するERRモデルによる生涯リスク推定値は、到達年齢に対して一定のERRモデルの場合よりも15-20%小さい。しかし、以前の報告書¹においては、小児期に被曝した人について追跡調査期間以降の様々な予測を考慮した場合に同様の相違が認められたので、上記の所見は以前の結論から逸脱したものではない。

部位別がんリスク

部位別のがん放射線リスクの比較に関心が向けられている。図4に、固形がん全体、13種類のがん、およびその他の固形がんによる死亡を一つのグループとしたものそれぞれについて、ERR推定値と90%信頼区間を示した。これらの推定値は、30歳で被曝した人の70歳の時点で標準化し、男女で平均した。この図においては、被曝時年齢と到達年齢の影響はすべての部位で同じと見なされている。別の論文で述べたように、^{1,17}このプロットの変動は、ERRが全固形がんの場合と同等である時に予想される変動よりも著しく大きなものではないので、部位別ERRの差を過剰に解釈しないよう注意すべきである。プロットが非常に似通っていた以前の報告書^{1,17}とは対照的に、変動は統計的に有意である (13 dfで $\chi^2 28.8$, $P = 0.01$)。

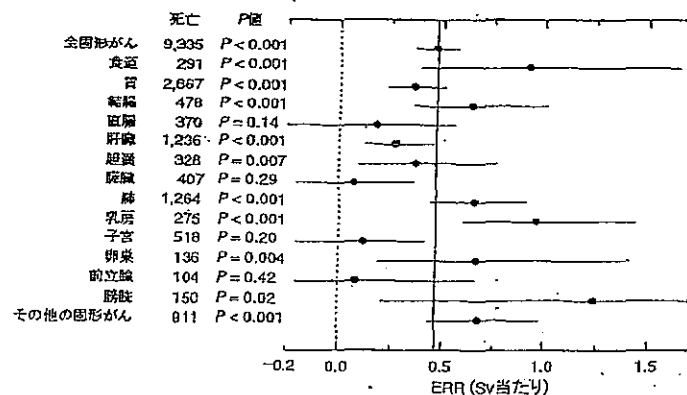


図4. 部位別固形がんERR推定値とその90%信頼区間および線量反応が存在しないという仮定でのP値。性に関連したがん(乳房、卵巣、子宮および前立腺)以外は、推定値。すべての推定値およびP値は、被曝時年齢および到達年齢の影響をすべての固形がんの場合の推定値で固定したモデルに基づいている。ゼロの箇所引いた薄い垂直の点線がないことを示し、濃い垂直の実線は、男女で平均したすべての固形がんのリスク

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958-1998

D. L. Preston,^{a,1} E. Ron,^a S. Tokuoka,^a S. Funamoto,^a N. Nishi,^a M. Soda,^a K. Mabuchi^b and K. Kodama^a

^a Hirosoft International, Eureka, California; ^b Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Bethesda, Maryland; and
^c Radiation Effects Research Foundation, Hiroshima and Nagasaki, Japan

TABLE OF CONTENTS

Abstract	2
Introduction	2
Material and Methods	3
Study Population	3
Cancer Ascertainment and Migration Adjustment	4
Dosimetry	4
Statistical Analysis and Organization of the Data for Analysis	5
Results	6
Solid Cancer	8
Site-Specific Cancer Risks	14
Oral Cavity and Pharynx (ICD10: C00-C14)	15
Esophagus (ICD10: C15)	17
Stomach (ICD10: C16)	19
Colon (ICD10: C18)	21
Rectum (ICD10: C20)	24
Liver (ICD10: C22)	25
Gallbladder and Other or Unspecified Parts of Biliary Tract (ICD10: C23 and C24)	26
Pancreas (ICD10: C25)	28
Lung (ICD10: C34)	28
Non-melanoma Skin Cancer (ICD10: C44)	30
Female Breast (ICD10: C50)	32
Uterus (ICD10: C53-C54)	35
Ovary (ICD10: C56)	37
Prostate (ICD10: C61)	38
Renal Cell (ICD10: C64)	39
Bladder (ICD10: C67)	40
Brain and Other Nervous System (ICD10: C70-C72)	42
Thyroid (ICD10: C73)	43
Other Sites	46
Risks by Histological Type	47
Summary and Discussion	48
Changes in Risk Estimates since the Last Major Analysis	48
Effect of Inclusion of the NIC Group	51
Comparison of Site-Specific Excess Risk Patterns	51
The BEIR VII Models	54
Main Conclusions and New Findings	55
Predictions for the Future	55
Appendix	56
Acknowledgments	61
References	61

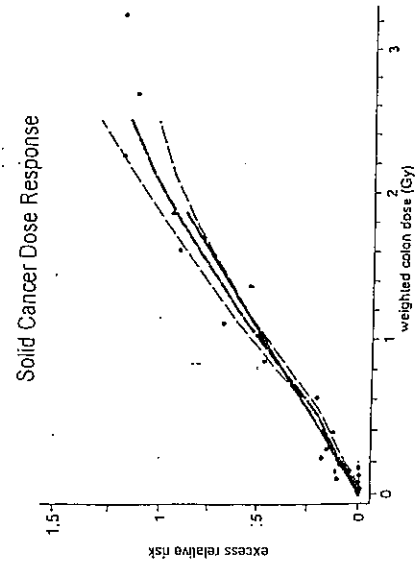
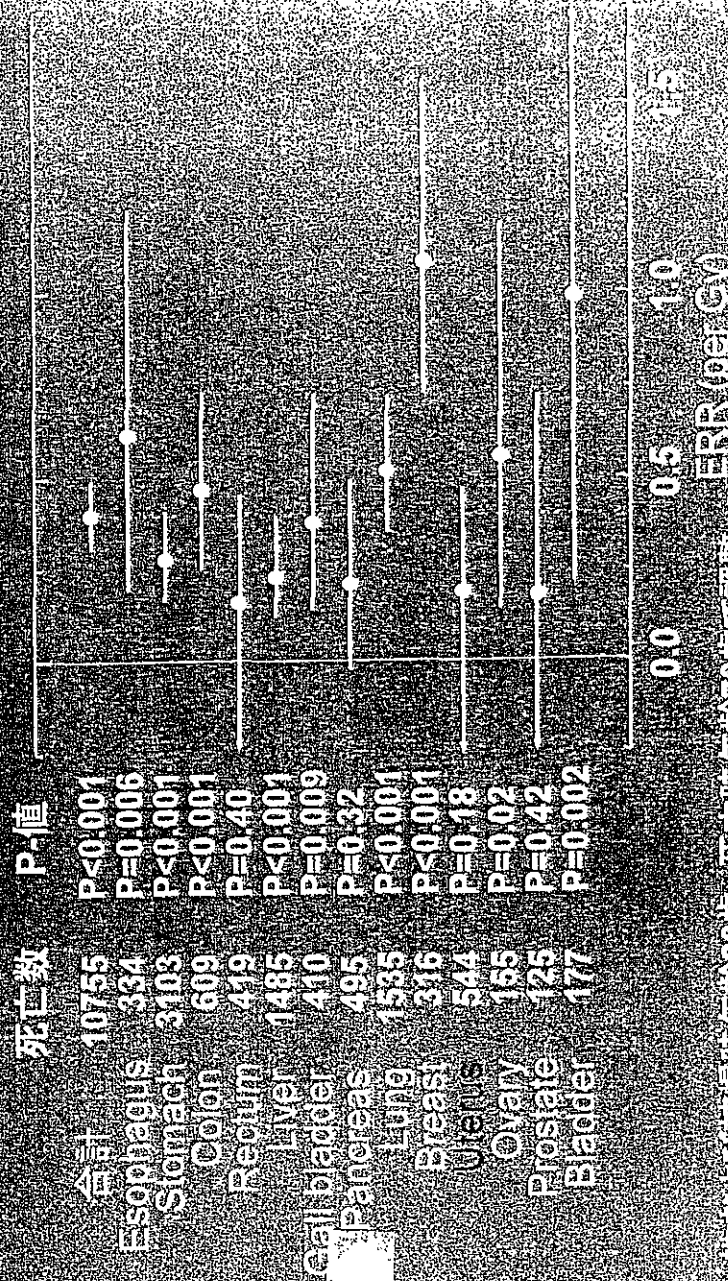


FIG. 3. Solid cancer dose-response function. The thick solid line is the fitted linear gender-averaged excess relative risk (ERR) dose response at age 70 after exposure at age 30 based on data in the 0- to 2-Gy dose range. The points are non-parametric estimates of the ERR in dose categories. The thick dashed line is a nonparametric smooth of the category-specific estimates and the thin dashed lines are one standard error above and below this smooth.

Figure 3 provides a summary of the solid cancer dose response determined using the data in the 0- to 2-Gy range. The solid line indicates the fitted linear dose response. The dashed line represents the smoothed non-parametric dose-response function and the dotted lines the uncertainty (plus or minus one standard error) in the non-parametric smoothed dose response. The circles indicate the ERR at the mean dose in each of 22 specific dose categories. It can be seen that the linear dose response fit the data well. There was no significant linear-quadratic non-linearity in the dose response over the 0- to 2-Gy dose range ($P = 0.09$). The estimated curvature was 0.3 (90% CI 0.01; 0.90). As noted in the Material and Methods section, the curvature of a linear-quadratic dose-response model is defined as the ratio of the parameter associated with dose-squared to the parameter for dose. There was a statistically significant dose response in the range of 0-0.15 Gy ($P = 0.06$), and the trend in this low-dose range was consistent with that for the full dose range ($P > 0.5$). Based on fitting a series of models with thresholds at the dose cutpoints in the person-year table, the best estimate of a threshold was 0.04 Gy with an upper 90% confidence bound of about 0.085 Gy. However, this model did not fit significantly better than a linear model.

臓器別固形がんの過剰死亡

ERR/Gy (LSS, 死亡, 1950-2002)



性別よりの被曝時年齢30歳、死亡時年齢70歳で調整

第943号

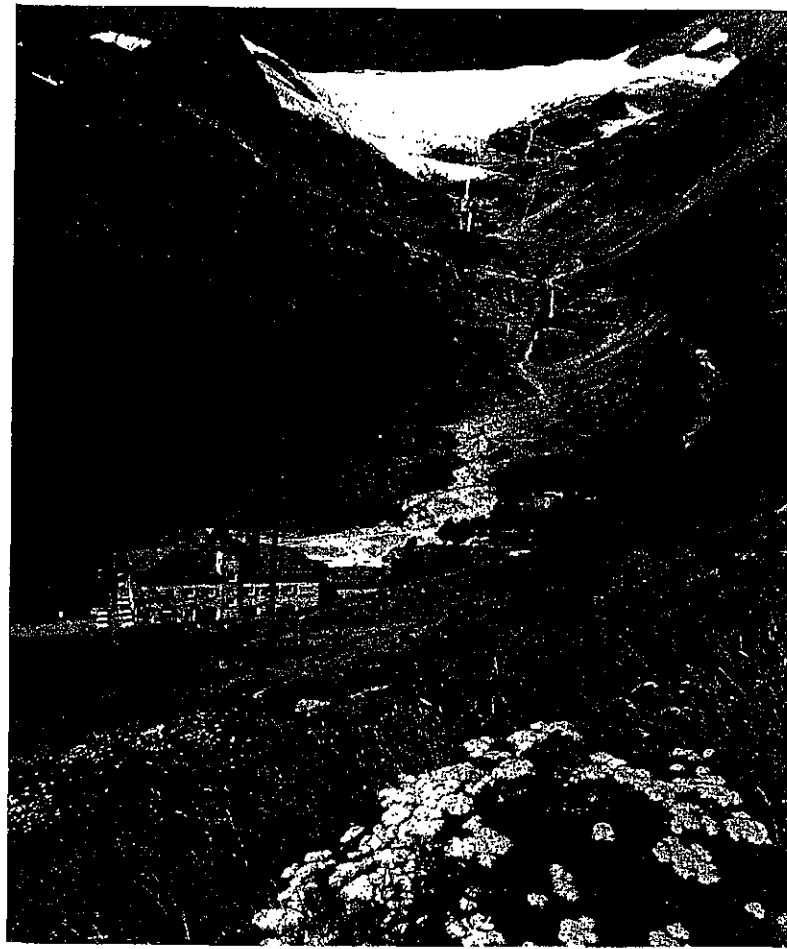
明日の医療を考える

月刊保団連

資料4
8

2007 No.943

全国保険医団体連合会



放射能兵器の脅威—われわれは闘う、核兵器がなくなる日まで

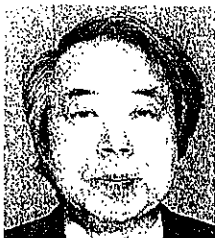
特集

【論考】

国民保護態勢具体化の現段階(上)

みよし

三次高等女学校生徒の入市被曝



●総合病院福島生協病院病院長

齋藤 紀 さいとう おさむ

1975年3月福島県立医科大学卒業、1977年4月広島大学原爆放射能医学研究所（臨床血液学）、1982年5月広島大学保健管理センター助手、1983年8月総合病院福島生協病院（現在、病院長）、広島市西区医師会副会長／IPPNW日本支部会員、『広島・長崎原爆被害の実相』（共著）

●終戦後の8月19日から1週間、爆心地から350mの被災地、本川国民学校で救護にあたった三次高等女学校生徒たちには急性症状の発症、および、白血病を含む新生物疾患（癌）の後障害や多重癌発症が認められている。このような被曝の実態は、遠距離・入市被曝者は全く被曝していないとする厚生省の認定審査基準を突きくずすものである。

はじめに

厚生省の原爆症認定審査委員会における放射線起因性の判断は、DS86線量評価（被曝量）、およびそれから計算される「原因確率（%）」の多寡で機械的になされている。審査の問題点は多岐にわたるが、国・厚生省主張の根本的な問題は、遠距離被曝者はほとんど被曝していない、入市被曝者はまったく被曝していないとする考えにある。

小論では上記表題の実際の事例を示し、DS86線量評価でゼロ線量とされる入市被曝の一端を述べる。

三次高等女学校生徒の入市被曝

(1) 「三次高等女学校の入市被曝者についての調査報告書」

「三次高等女学校の入市被曝者についての

調査報告書」（以下、「調査報告」）は、広島大学の「原爆被曝者相談員の会」（代表・舟橋喜恵広島大学教授）と原告代理人弁護士を中心に1年10カ月の期間をかけて調査され、広島地裁に原告側書証として提出されたものである。調査の直接のきっかけは、認定申請却下処分取消訴訟・広島地裁原告の1人が三次高女生徒・入市被曝者であったことであるが、この調査結果の重要性を指摘すれば、入市日が被曝第14日（8月19日）であるにもかかわらず、急性症状と後障害の双方が確認された点である。

三次高女生徒の入市被曝とは、生徒たちが終戦後の8月19日から25日までの1週間、広島市各地の救護所に引率されて被曝したものであるが、「調査報告」は、原告の1人を含む、爆心地から350mの本川国民学校に引率配置された23人の生徒についてのものである。



被曝直後の本川国民学校

(2) 本川国民学校

本川国民学校の被曝直後の状況は、『広島原爆戦災誌』（広島市発行、1971年）から探ることができる。

「本川国民学校は爆心地に近かったけれども、鉄筋コンクリート三階建校舎で、外郭だけ焼け残っていた。ここが応急救護所にあてられ、翌七日から負傷者を収容し、軍の衛生班が治療をおこなった」（135頁）、「相生橋（爆心地—齋藤）—左官町—土橋間（爆心地からおおよそ700m—齋藤）の電車軌道に瀕死の重傷で倒れていたもの、…逃げ切れないで横たわっていた負傷者たちは、…最寄りの外郭だけ残った建物（本川国民学校）やその他の臨時救護所に収容した」（134頁）、「火葬のおこなわれた主な場所は、清住寺・本覚寺・妙教寺の焼跡、および本川国民学校校庭などであった…」（137頁）、「殊に本川国民学校収容所の患者は悲惨であった。床の上にゴロ寝している患者は、みな灰をかぶっていて、一見して生死の区別がつかなかった」（863頁）と記されている。

本川国民学校は、爆心地付近で被曝した死傷者が多数運びこまれた救護所であり、同時に遺体収容と火葬の場所であった。

(3) 中性子線被曝による誘導放射化

爆心地350mの初期放射線被曝量（DS86線量評価）はγ線61.9グレイ、中性子線13.5グレイ（致死線量は8グレイ）と、途方もないものであるが、本川国民学校救護者に対しての問題は、高線量中性子線による誘導放射能である。学校は、崩壊建築資材や土壌中の金属に発生した中・長半減期放射性物質が存在する一大線源地域であり、加えて救護者は、放射化した被災者、および被災者体液（血液・尿・汗）に絶えず触れていたことである。また連日茶毘にふされた遺体から飛散する骨粉、塵埃の放射性物質に曝されていたことである。

人体放射化に関する当時の記録は極めて乏しく、日本学術会議編「原子爆弾災害調査報告書（1953）」936頁～939頁「原子爆弾における放射性物質、特に生体誘導放射能について（故・島本光顕ら）」の報告が残されている。9月12日（被曝37日後）、遺体の誘導放射線（β線）を測定したもので、爆心地から0.5km被曝死の大腿骨10gは、自然放電数毎分18に対して毎分49の放電数が計測され、爆心地から100mの即死者大腿骨は「2.9mgにて毎分41のβ放射能」をみとめている。「全骨格（約7kg）」からすれば「毎分1×10⁷のβ線」が放出されていることが指摘されている。また「半減期の短いため、現在では計数管にかからぬ各種元素も誘導放射能を有しているわけであるから、（被曝直後は—齋藤）実に莫大なるβ放射能があったということにな（る）」と述べている。生存被曝者1例の尿中β線も測定さ

れ(9月9日)、「1カ月を経てもなお毎分750のβ放射能を有する物質」が毎日尿として排泄されていることを記述している。

桁違いのβ線放出であるが、このようなことは、本川国民学校収容の死傷者においても同様とみななければならない。

(4) 三次高等女学校生徒の被曝

8月19日、救護に入った生徒たちの記録は、後年の記念誌『巴峽百年』(広島県立三次高等学校同窓会『巴峽百年』刊行会、2002年)に残されている。

◇「私たち4年生は学校に集められて、「広島に救護に行く決死隊をつる」といわれました」。「8月19日から25日まで、先生に引率されて芸備線で広島へ。…救護所は焼け残った国民学校(小学校)などで、本川・袋町・江波・観音・草津校や日赤など…」へ分散したことが記されている。この方自身は広島市西部(爆心5km)の草津国民学校で救護にあたったが、「救護から帰ったものの、手足のわずかな傷が化膿してなかなか治らず、下痢が40日も続き困りました。髪の毛もよく抜けました」(762頁～763頁)と記されている。

◇「私は原爆中心地の近くの学校(本川国民学校一齋藤)に行っていたが、累々たる瓦礫の山でうずまり、…文字通りの死の町であった…」。「広島市役所より外米が支給され、それを大釜で炊き、病人と生徒が分け合って食べた」、「一週間の予定の救護活動は終わった。…帰校してからは、被爆者同様に抜け髪の毛の多いものがでてきた。この事は、傷つきやすい私たちに多くのおそれを与えたが、幸いにして病にかかる者もなく、残り少ない学生生活は平穩に過ぎていった」(327頁)と記されている。

脱毛・下痢・治癒遅延など急性症状(急性障害)がうかがえるものである。しかし『巴峽百年』でも、後年の「病にかかる者」の状況はつまびらかではない。今回の「調査報告」は、そのひとつの記録となるものである。

(5) 23人の把握

さて「調査報告」は、本川国民学校で救護に当たった20数人のうち、名前が判明した23人について調べることができた。そのうち死没者は13人、生存者は10人であった。急性症状は、死没者については確認できなかったが、聞き取りが可能であった生存者については7人中6人に急性症状を確認できた。

死没者13人について言えば、聞き取りにて死没年齢、死因を把握することができた。10代:2人、20代:1人、40代:2人、50代:2人、60代:3人、70代:3人であり、半数が50代までに物故されていた。死因が判明したのは11人で非がん性疾患での死亡は4人、それぞれ、腸捻転(下痢・発熱・嘔吐)で16歳死亡(1946年4月)、急性心不全で61歳死亡、くも膜下出血で70歳死亡、急性心筋梗塞で75歳死亡である。

新生物疾患での死亡は、白血病2人(50歳、57歳)、卵巣癌1人(47歳)、肝臓癌2人(63歳、71歳)、胃癌1人(43歳)、膵臓癌1人(65歳)の7人であった。これらの新生物疾患はいずれも放射線による過剰リスクが知られているものである。死因不明の2人はいずれも1947年(17歳)、1954年(24歳)の早期死亡であった。死因で驚くのは白血病発症者が2人見られたことであった。病型は不明であるが、いずれも1980年代での発症であった(1980年:50歳、1986年:57歳)。

生存者の調査時点の年齢はほぼ76歳となるが、生存率は43%(10/23)と、極めて低いものとなっている。

(6) 入市者の白血病発症

残留放射線被曝の影響をみる場合、骨髄が放射線高感受性であることから、入市被爆者白血病の疫学調査が重視される。白血病発症は本邦では10万人に約3人とされているものであり、救護者集団23人の中から2人の発症は、極めて高率な発症頻度である。国民一般にみられる通常の発症とは異なるものと言わざるを得ない。

広島市内入市被爆者の白血病発症の調査は、『日本血液学会雑誌』第31巻(1968年)に掲載された広瀬文夫の報告がある。1946年—1967年の調査であり、対照群は10万人対比で2.33人、被爆3日以内入市者では9.69人(対照の4.2倍)と示されている。広瀬は、「早期入市者にも原爆放射線の著しかったことが示唆される」としたのである。直近の調査では、1970年—1990年を対象に、昨年(2006年)第47回原子爆弾後障害研究会(長崎)の鎌田七男(広島大学名誉教授)らの報告がある。8月6日入市でみた場合、年齢調整罹患比、男性3.44(95%信頼区間2.10—5.39)、女性2.66(1.08—5.83)である(『長崎医学会雑誌』81巻、245頁～249頁、2006年)。

直接被爆者にみる白血病発症は1950年代にピークがあったことから、1960年代の高率発症を示す入市被爆者白血病発症(広瀬論文)を疑問視する見解が当時からあったが、1970年—1990年の調査(鎌田論文)においても高率発症は動かなかった。長期の潜伏期間を要しての発症は、残留放射線被曝白血病発症の

特質を示唆するものといえよう。

(7) 多重癌(重複癌)

今般の調査のきっかけは、三次高等女学校生徒である原告被爆者が、乳癌、胃癌、卵巣癌、子宮癌の多重癌を発症しておられたことであった。多重癌(異なる臓器からの異時、同時の発癌)が被爆者に多いのか否かの解明は、高齢被爆者にとって重大な関心事であるが、実は現在の集団訴訟において、多くの原告被爆者が多重癌発症者であることを指摘せざるを得ない。広島地裁・原告被爆者で起因性を争った40人のうち、24人が癌であり、そのうち5人が多重癌である(20.8%)。被爆者多重癌は、若年時近距離被曝・高到達時年齢で発症リスクの増大が知られている(2004年、第45回原子爆弾後障害研究会、「長崎原爆被爆者の重複癌の発生に関する検討」長崎大学原研病理、関根一郎ら)。

(8) 残留放射線の被曝量

国・厚労省が行う残留放射線被曝量の算定は、「審査の方針・別表10」(表参照)と呼ばれた表に基づいており、広島では被爆から8時間以降(8月6日午後5時15分以降)、爆心地から700m以遠で残留放射線ゼロ、72時間以降(8月9日8時15分以降)では、爆心地でも残留放射線被曝ゼロと計算されている。この計算方法の問題は、建築資材、電柱の碍子、人体等の土壌以外の放射化を考慮しないことである。また、土壌中金属も⁵⁶Mn、²⁴Na、⁴⁶Sc、⁶⁰Coに限定され、かつ地上1mでのγ線外部被曝量であることである。

第48回(2007年)原子爆弾後障害研究会で前記鎌田らは、爆心地地下壕(地下室)被爆者の染色体異常率を調べ、その程度から、避難時