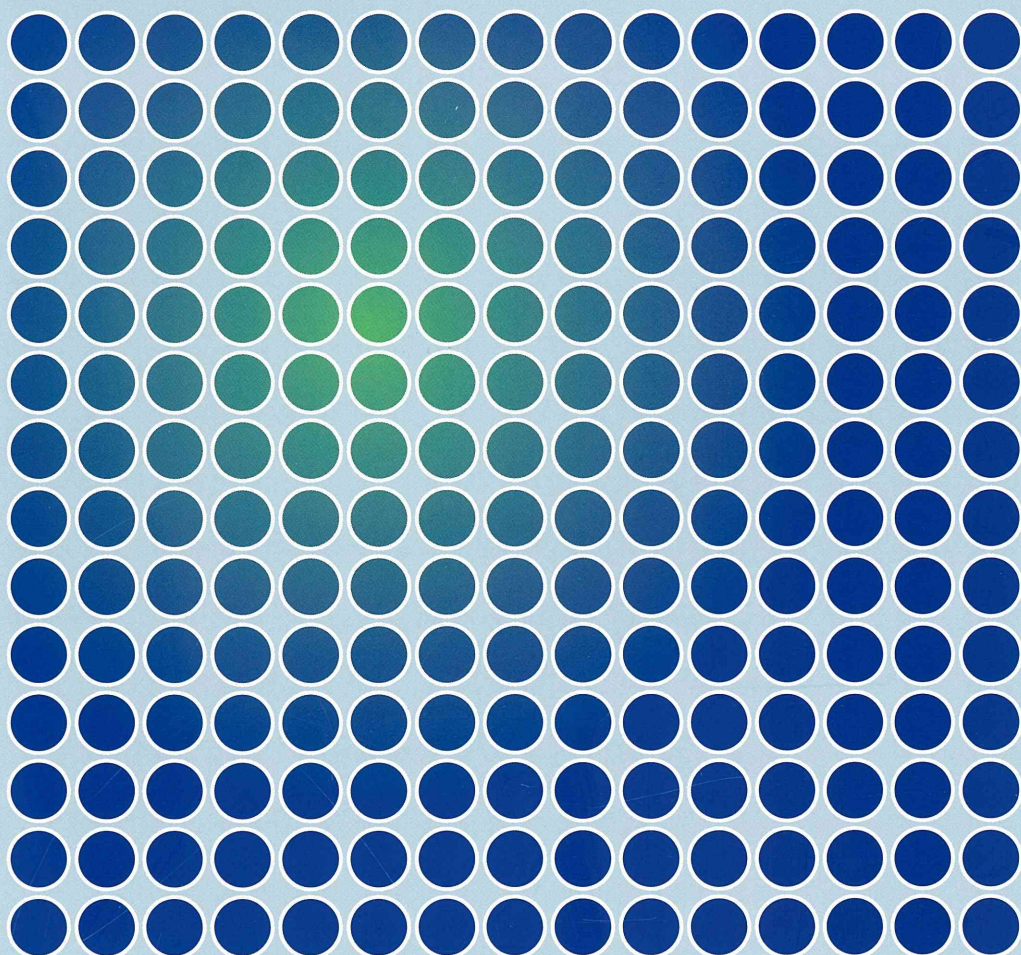


201205036A (資料有)

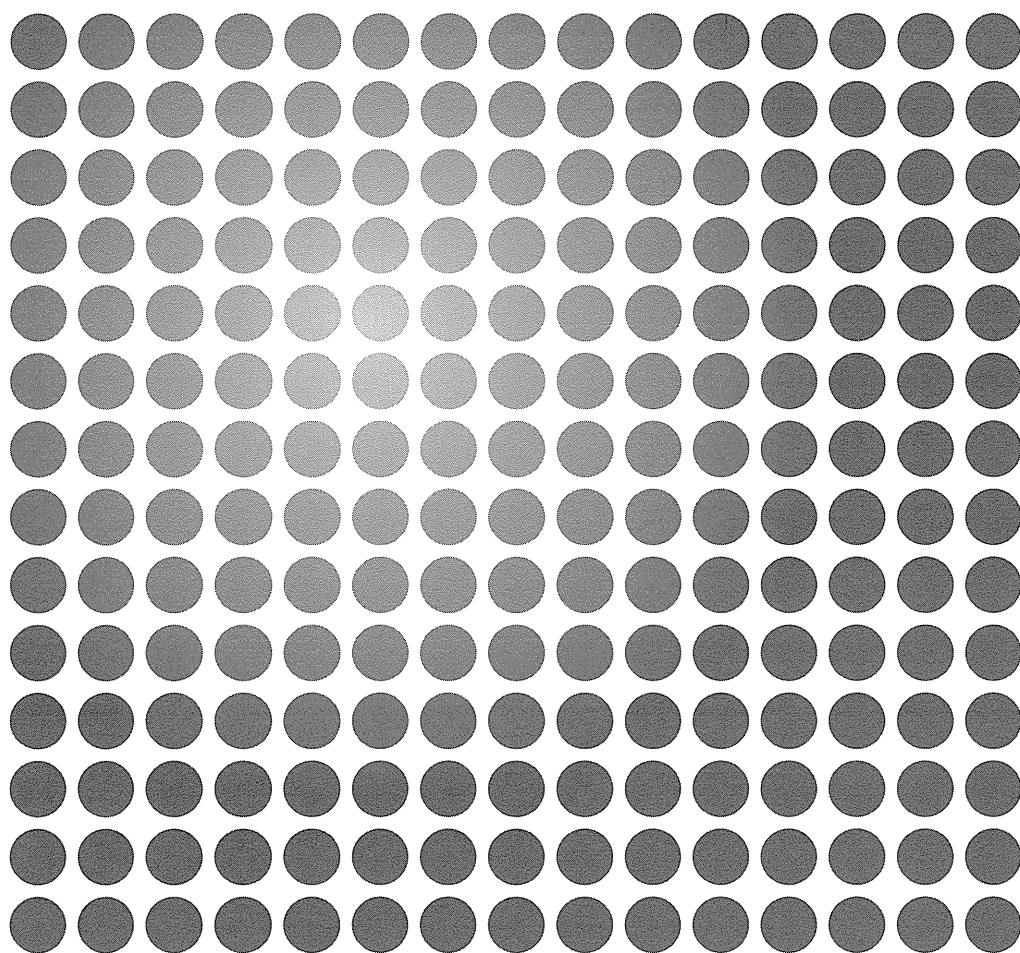
「広島原爆体験者に対する不安軽減事業」 相談担当者へのマニュアル



平成 24 年度厚生労働科学特別研究

「原爆体験者の健康不安への対策に関する研究」班

「広島原爆体験者に対する不安軽減事業」 相談担当者へのマニュアル



平成 24 年度厚生労働科学特別研究

「原爆体験者の健康不安への対策に関する研究」班

「広島原爆体験者に対する不安軽減事業」 相談担当者へのマニュアル

— 目 次 —

黒い雨体験者との相談

- | | | |
|-------------------------|-------------|----|
| (1) マニュアル作成の経緯と目的 | 佐々木康人 | 3 |
| (2) 保健師の果たす役割 | 藤原佐枝子 | 9 |
| (3) 原爆放射線・放射性降下物による健康影響 | 藤原佐枝子・柴田 義貞 | 11 |
| (4) 原爆体験の精神・心理的影響 | 大塚 泰正 | 23 |
| (5) 心身の不調を改善するための健康教育 | 川上 憲人・関屋 裕希 | 31 |
| (6) リスクコミュニケーション | 柴田 義貞 | 45 |

不安への対応基礎知識

- | | | |
|-------------------|------|----|
| 不安のコントロールに向けた住民教育 | 金 吉晴 | 59 |
|-------------------|------|----|

放射線の基礎知識

- | | | |
|---------------------|-------|-----|
| (1) 放射線・放射能 | 中村 吉秀 | 71 |
| (2) 放射線防護に係る計測と量 | 中村 吉秀 | 93 |
| (3) 高線量放射線の健康影響（概論） | 岡崎 篤 | 105 |
| (4) 低線量放射線の健康影響（概論） | 鈴木 元 | 121 |
| (5) 放射線防護の原則 | 米原 英典 | 133 |

「原爆体験者の健康不安への対策に関する研究」班

執筆担当者一覧

- 佐々木康人 医療法人日高病院
藤原佐枝子 広島原爆障害対策協議会 健康管理・増進センター
大塚 泰正 広島大学大学院教育学研究科 心理学講座
川上 憲人 東京大学大学院医学系研究科
関屋 裕希 東京大学大学院医学系研究科 精神保健学
柴田 義貞 公立大学法人福島県立医科大学 放射線医学県民健康管理センター
金 吉晴 国立精神・神経医療研究センター 成人精神保健研究部
中村 吉秀 公益社団法人日本アイソトープ協会
岡崎 篤 医療法人日高病院 腫瘍センター
鈴木 元 国際医療福祉大学
米原 英典 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学研究プログラム

●
●
黒い雨体験者との相談
●
●

【黒い雨体験者との相談】

(1) マニュアル作成の経緯と目的

担当：佐々木 康人

要約

昭和 20 年 8 月 6 日広島、8 月 9 日長崎に投下された原子爆弾（原爆）を体験された当時の住民の方々に対する、「被爆者援護法」に基づく各種手当、健康診断の特例措置について「被爆者ハンドブック（平成 24 年度版）」に基づいて説明した。平成 22 年に提出された広島県・市の「原爆体験者等健康意識調査報告書」と被爆地域拡大要望と「原爆体験者等健康意識調査報告書」に関する検討会の結論（平成 24 年 7 月）を紹介し、厚労省が計画している「黒い雨体験者への相談対応研究事業」で相談を受ける対応者を支援する目的で本マニュアルと説明資料を作成したことを述べた。

1) 原爆被災者と放射線影響研究所の調査

第 2 次世界大戦末期の昭和 20 年 8 月 6 日に広島、9 日に長崎に投下された原爆により広島市、長崎市市の全人口 61 万人のうち、21 万人が昭和 20 年 12 月末までに死亡されたと推定されています。

現在の放射線影響研究所が今日まで継続して実施している、大規模な疫学調査は昭和 25 年を起点とする調査に基づき昭和 33 年に開始されました。昭和 25 年国勢調査の付帯調査として行われた原爆被爆者調査に基づき、被ばく距離で層別化して抽出された約 9 万 3 千人に、原爆投下時市内不在者（非被ばく群）約 2 万 7 千人を加えた合計約 12 万人が寿命調査の対象となりました。

2) 被爆者健康手帳交付と「被爆者」

原爆を経験され生存された方で下記に該当する方は、居住地の都道府県知事（広島市、長崎市では市長）に申請して被爆者健康手帳の交付を受けることができます。

- (1) 原爆が投下された際、広島市内または長崎市内とそのほか指定された地域で直接被爆した人と、その当時その人の胎児であった人。
- (2) 原爆投下から 2 週間以内に救護活動、医療活動、親族探し等のために、広島市内または長崎市内に立ち上がった人（入市者）とその当時その人の胎児であった人。
- (3) そのほか多数の死体の処理、被爆者の援護等に従事したなどのような事情の下にあった人と、その当時その人の胎児であった人。

上記に該当する人で被爆者健康手帳を所持している人を被爆者と呼びます。平成 24 年 3 月 31 日現在、全国で 21 万 830 人の被爆者がいます。

3) 原爆被爆者援護法による援護

(1) 医療特別手当等

被爆後 50 年を経た平成 6 年に「原子爆弾被爆者に対する援護に関する法律」が制定され、平成 7 年 7 月 1 日から施行されています。それまでの「原子爆弾被爆者の医療等に関する法律」(昭和 32 年制定)と「原子爆弾被爆者に対する特別措置に関する法律」(昭和 43 年制定)を一本化して被爆者に対する保健、医療及び福祉にわたる総合的な対策を講じることが可能となりました。被爆者は一定の条件のもとで健康診断、医療給付並びに各種手当(表 1)を受けることができます。

被爆者は、原子爆弾の放射線が原因となる(起因性)病気やけがで、現在医療を要する(要医療性)状態にあるまたは、その人の治癒能力が放射線の影響で低下していると厚生労働大臣の認定を受けると、医療特別手当や特別手当を受けることができます(原爆症認定)。認定を受けるためには指定医療機関の医師の意見書を添えて居住地の都道府県知事(広島市、長崎市では市長)を経由して厚生労働大臣に申請することが必要です。認定に先立ち原子爆弾被爆者医療分科会にはかり、意見を聴いて認定審査を行います。「新しい審査の方針」が平成 20 年 4 月から適用されています。原子爆弾の傷害作用による悪性腫瘍、白血病、副甲状腺機能亢進症、放射線白内障、放射線起因性が認められる以下の疾患、心筋梗塞、甲状腺機能低下症、慢性肝炎・肝硬変等が、この原爆症認定を受けている主な病気やけがとなっています。認定された病気やけがが治ったときは認定書を返さなければなりません。原爆症認定を受けた人で、認定を受けた病気やけがの状態が継続している人には医療特別手当が支給されます。認定を受けた病気やけがが治った人には特別手当が支給されます。

(2) 健康診断の特例措置

被爆者となっていない人でも、健康診断についてだけは被爆者と同様の措置を受けられる制度があります。この制度は、第一種健康診断受診者証および第二種健康診断受診者証を居住地の都道府県に申請して交付を受けた人が対象となります。

第一種健康診断受診者証の交付を受けられる人は、広島市または長崎市に原爆が投下された際、指定された 18 の区域内にいた人と、その人の胎児であった人です。第一種健康診断受診者証の交付を受けた人が、健康診断の結果、健康管理手当の対象となる 11 の障害があると診断された場合は、被爆者健康手帳の交付を受けることができます。

第二種健康診断受診者証の交付を受けることができる人は長崎市に原爆が投下された際、指定された地域内にあった人と、その当時その人の胎児であった人です。原爆の放射線による健康被害は認められないが、被爆体験による精神的要因に基づく健康影響が認められる人は健康診断を受けることができます。健康診断を受け、精神的要因に基づく健康影響に関連する特定の精神疾患にかかっていると認められた人には、

被爆体験者精神医療受給者証が交付されます。特定の精神疾患の治療に要する医療費の自己負担に対して助成が受けられます。

(3) 介護保険と被爆者

被爆者が介護を必要とする状態になった場合は、被爆者健康手帳を提示することにより、介護保険のサービスのうち医療系サービスについて、自己負担分を国が代わって支払ってくれます。福祉系のサービスについては、自己負担分を都道府県（広島市、長崎市）が助成しています。

4) 被爆地域等指定の拡大

昭和 32 年 4 月に被爆者健康手帳が交付された地域、いわゆる「被爆地域」に 4 地域が追加されました（昭和 47 年 4 月）。昭和 49 年 10 月には健康診断特例地域（長崎県西彼杵郡長与村および時津村）が指定されました。昭和 51 年 9 月、当時の日本学術会議報告に基づき、原爆投下直後に雨が降った地域のうち、広島で相当激しい雨が降ったとされる、長径 19 km、短径 11 km の楕円形の地域をもとに、健康診断特例区域として 10 の区域（黒い雨大雨地域）が追加されました。長崎では爆心地から 6 km 周辺町村がこの時健康診断特例区域として追加されました。

昭和 55 年 12 月、原爆被爆者対策基本問題懇談会意見報告において、「被爆地域の指定は、本来原爆投下による直接放射線量、残留放射能の調査結果など、十分な科学的根拠に基づいて行われるべきである」とした上で、「科学的・合理的な根拠のある場合に限定して行うべきである」とされました。したがって、被爆地域の指定に当たっては、当該地域において原爆放射線による健康影響が認められるという科学的・合理的根拠がある必要があります。

5) 残留放射能の検討経過

被ばく地域拡大の要望を受けて、これまでに昭和 51 年、昭和 53 年に厚生省（当時）の委託調査として、広島県、長崎県の残留放射能の調査が行われました。その結果、長崎の西山地区を除いて、爆心地からの方向による地表面放射能の差は認められず、日本学術会議「原子爆弾災害調査報告書（昭和 28 年）」で特に指定された広島の「黒い雨降雨域」についても、特にこの地域に原爆からの核分裂生成物が残留しているとは言えないという結論でした。また、平成 3 年には、広島県・市に設置された「黒い雨に関する専門家会議」において、残留放射能残存の有無、気象シミュレーション法を用いた降雨地域の推定、体細胞突然変異および染色体異常調査を用いた検討等を行いました。黒い雨降雨地域における残留放射能の残存と、放射線によると思われる人体影響の存在を認めることができませんでした。

6) 広島県市の調査と要望

平成 20 年に広島市を中心として被爆地域周辺の住民を対象とした実態調査が実施されました。このアンケート調査の結果をまとめた「原爆体験者等健康意識調査報告書」(以下広島報告書) および調査結果資料、ならびに「広島“黒い雨”放射能研究会」メンバーによる研究の現状をとりまとめた、「広島原爆“黒い雨”にともなう放射性降下物に関する研究の現状」を添えて、広島県・市と周辺自治体から「原子爆弾被爆地域の拡大に関する要望書」が平成 22 年 7 月に国に提出されました。

7) 検討委員会の報告書

これを受けて国は、被爆地域の指定に当たっては、科学的・合理的な根拠が必要であることから、要望を受けた地域における広島原爆の放射線による健康影響について科学的に検証するために、厚生労働省健康局長のもとに「原爆体験者等健康意識調査報告書」等に関する検討会」を設置しました。検討会は平成 22 年 12 月 28 日第 1 回会合を開催して以来、9 回の検討会、4 回のワーキンググループ会合を開催して、広島報告書に関して、疫学的視点からの評価、黒い雨を体験したと回答した者の健康状態、「黒い雨」の地理的分布、要望地域における広島原爆由来の残留放射能等の程度について詳細な検討を行い、平成 24 年 7 月に検討会報告書を提出しました。報告書は指定地域外での黒い雨の身体的影響を科学的に判断するのは難しいと結論しました。ただし、「黒い雨体験者群の精神的健康状態が悪い傾向がある。これは放射線被ばくへの不安や心配によるものと説明される可能性があり、不安軽減のための相談などの取り組みが有用である可能性がある」ことが付記されました。

8) 黒い雨体験者の不安軽減事業

上記検討会報告書を受けて、厚労省は広島県・市と協力して、平成 25 年度に黒い雨体験者の中で健康不安を抱いている方々の相談に応じ、不安軽減に向けた説明、カウンセリングを計画しています。相談事業を受け持つ者としては保健師、臨床心理士等が想定されています。

9) マニュアルの使用目的

このマニュアルは相談対応者に必要な基礎知識を提供すると共に相談にあたって説明を受ける相談者の理解を助ける目的で、簡潔で視覚的にとらえやすい説明資料を提供します。相談者が有効にこのマニュアルを利用できるよう工夫したつもりですが、相談経験を踏まえて様々な実践のご意見を伺い、今後より良いものに進化させることを期しています。

参考文献

- 1) 公益財団法人 放射線影響研究所 日米共同研究機関 2011年度 年報
- 2) 被爆者ハンドブック (平成 24 年度版)
- 3) 「原爆体験者等健康意識調査報告書」等に関する検討会報告書 平成 24 年 7 月 18 日

表

手当の種類と支給要件

手当の種類	支給要件	
<p>医療特別手当 月額136,480円</p>	<p>原子爆弾の放射線が原因で病気やけがの状態にあるという厚生労働大臣の認定を受けた人で、まだその病気やけがの治っていない人</p>	
<p>特別手当 月額 50,400円</p>	<p>原子爆弾の放射線が原因で病気やけがの状態にあるという厚生労働大臣の認定を受けた人で、現在はその病気やけがが治った人</p>	
<p>原子爆弾小頭症手当 月額 46,970円</p>	<p>原子爆弾の放射線が原因で小頭症の状態にある人</p>	
<p>健康管理手当 月額 33,570円</p>	<p>循環器機能障害、運動器機能障害、脳血管障害、造血機能障害、肝臓機能障害等11障害のいずれかを伴う病気にかかっている人</p>	
<p>保健手当 ①月額16,830円 ②月額33,570円</p>	<p>2 km以内で直接被爆した人と当時その人の胎児だった人</p>	<p>①下記以外の人 ②身障手帳1級から3級程度の身体障害、ケロイドのある人または70歳以上の身寄りのない単身居宅生活者</p>
<p>介護手当 重度：月額104,290円以内 中度：月額 69,520円以内</p>	<p>精神上または身体上の障害のために費用を支出して身のまわりの世話をする人を雇った場合（重度：身障手帳1級および2級の一部程度、中度：身障手帳2級の一部および3級程度）</p>	
<p>家族介護手当 月額 21,420円</p>	<p>重度の障害のある人で、費用を出さずに身のまわりの世話を受けている場合（身障手帳1級および2級の一部程度）</p>	
<p>葬祭料 201,000円</p>	<p>被爆者が死亡した場合、葬祭を行う人に支給</p>	

(2) 保健師の果たす役割

担当：藤原 佐枝子

要約

厚生労働省「広島原爆体験者等健康意識相談等事業」においては、保健師は黒い雨体験者に直接接する相談担当者として主要な役割を担う。その役割は、1) 個別面談を通して、黒い雨体験者の相談を受け、健康不安を緩和する。必要に応じて、専門家に紹介する、2) 該当地域の住民からの要望があれば、放射線の健康影響に対する基礎知識の普及のための集団指導を企画、実践することである。

保健師は地域保健の専門家として保健計画の策定や事業の推進役であり、地域の課題や問題点を発見、診断する機能を持ち、地域に密着して住民の健康管理、保険指導を実践している。広島では、原爆被爆者を対象とした保健業務として被爆者相談員派遣事業、被爆者健康交流事業などの保健活動を行っている。

厚生労働省「広島原爆体験者等健康意識相談等事業」においては、保健師は黒い雨体験者に直接接する相談担当者として主要な役割を担う。その役割は、1) 個別面談を通して、黒い雨体験者の相談を受け、健康不安を緩和する。必要に応じて、専門家に紹介する、2) 該当地域の住民からの要望があれば、放射線の健康影響に対する基礎知識の普及のための集団指導を企画、実践することである。

「原爆体験者等健康意識調査報告書」等に関する検討会の報告書によれば、「黒い雨体験者群の精神的健康状態が悪い傾向にある、これは放射線被ばくへの不安や心配によるものと説明される可能性がある」と記されている。相談担当者は、放射線被ばくへの不安を緩和するために、放射線とその健康影響に関する基礎知識ならびに精神・心理的知識に基づくコミュニケーションスキルを習得し、それを個別面談あるいは集団教育に活かす。

黒い雨体験者は、高齢化しており、その不安は健康、生活、経済など複合的な要因で構成されていると考えられる。相談内容によって、地域の関係機関の放射線の健康影響の専門家、医師、ソーシャルワーカー、臨床心理士などとの連携をとる橋渡し役を行う。

この事業においては、自治体職員、医師・看護師、放射線専門家、HICARE からの広島地域ケア協議会（仮称）が保健師の窓口相談をバックアップする。保健師は、受けた相談内容を、広島地域ケア協議会に報告・相談し、その助言・指導を受ける。

(3) 原爆放射線・放射性降下物による健康影響

担当：藤原 佐枝子、柴田 義貞

要約

原爆被爆者が受けた放射線は、直接被ばくによる放射線と残留放射能があります。被爆者が瞬時に受けた放射線の量は、爆心地からの距離と遮蔽によって決まります。爆心地に近いほど、受けた放射線の量は多く、爆心地から 200 m 遠ざかるごとに約 1/2 に減ります。広島で遮蔽がないところでは、爆心地から 1 km で被爆した人は約 4 グレイ (4,000 ミリグレイ) ですが、2.5 km では 0.012 グレイ (12 ミリグレイ) と推計されています。放射性降下物による被ばく量は、広島では最大 6~20 ミリシーベルトと推定されている地域がありますが、それ以外の黒い雨降雨地域における残留放射能は認められていません。

放射線被ばくの健康への影響は、放射線の線量によって違います。非常に高い線量をあびると、数カ月のうちに死亡します。被ばく後数年から生じた放射線の影響を後影響と言います。白血病、がん、その他の病気の一部に後影響が認められています。

白血病は、被爆者に最も早くから認められた後影響で、原爆被ばく後 5~10 年の間にピークに達しました。放射線によって誘発された DNA に突然変異が起こると、被ばく後何年も経過した後で、がんが起こってきます。放射線被ばくによるがんの増加は、100~200 ミリグレイ以上では、放射線の線量と正比例の関係があり、線量が高いほどリスクは高くなります。1,000 ミリグレイ被ばくした人は、被ばくしない人に比べて、がんのリスクは 1.5 倍になっています。

原爆の放射性降下物による健康影響に関しては、長崎の西山地区住民を対象としたホールボディ・カウンターおよび尿の放射化分析による体内 Cs-137 の測定、ならびに甲状腺調査が行われています。体内 Cs-137 量については、西山地区住民の方が対照に比べて高かったことが示されていますが、その被ばく線量は健康影響が考えられないレベルでした。一方、甲状腺疾患については、甲状腺結節が西山地区住民の方が対照より有意に高い頻度で認められており、放射性降下物の影響が強く示唆されています。

母親のおなかの中で被爆した人たちの中には、原爆小頭症、精神遅滞および知能指数の低下など脳の発達に影響を受けた人が見られました。このような放射線の脳への影響は、子どもや大人で被爆した人たちには見られていません。

もし、放射線が精子や卵子にあたって損傷を与えると、その損傷は次の世代に引き継がれることとなります。しかし、今までのところ、親が受けた放射線によって、子どもに、生まれたときの体の異常、がんの発生やがんやがん以外の病気による死亡率、生活習慣病が増えているという結果は見られていません。

はじめに

原爆放射線の健康に対する後影響は、広島、長崎で ABCC-放射線影響研究所で、長期にわたって調査されてきました。これらの調査では、個々の被爆者について、原爆投下時に瞬時にあびた線量を推計し、死亡率、がん発生率、健診で診断された疾患が、放射線被ばくによってどのような影響を受けているのかを調べています。しかし、原爆被爆者が受けた放射線は、直接被ばくによる放射線だけでなく残留放射能もあります。直接被ばくによる放射線線量と健康との関係に比べ、放射性降下物による健康影響の調査は多くありません。黒い雨が降った地域については、放射性降下物による被ばく量が調査され、広島では最大 6~20 ミリシーベルト、長崎では 120~240 ミリシーベルトと推定されている地域があります。しかし、「原爆体験者等健康意識調査報告書」等に関する検討会の報告によれば、広島でそれ以外の黒い雨降雨地域における残留放射線の残存は認められていません。

ここでは、直接被ばくによる放射線の影響と、線量が推計されている黒い雨が降った地域の調査から得られた結果を紹介します。

1. 原爆による人体への影響

原爆による人体への影響は、放射線以外に爆風によるけが、高温の熱線による瞬時のやけどやその後の火災によるやけどがあります。爆心地に近いほど、放射線、爆風、熱線の影響を大きく受けています。爆風は、30 秒後には約 11 km の距離に達しました。露出した皮膚での熱線によるやけどは広島では爆心地から 3.5 km まで及びました。爆心地から約 1.2 km 以内で遮蔽がなかった人は致命的な熱線によるやけどを受けました。

被ばく後 1945 年（昭和 20 年）12 月までの死亡は「急性期死亡」とされ、多くの方がこの時期に死亡しています。放射線による死亡とけがや火傷による死亡を区別することは難しいのですが、死亡の 20% が 1.2 km 以内の爆風によるけが、20% が放射線障害、60% が熱線や二次的な火災によるものと推計されています。

2. 原爆放射線の人体への影響

1) 被爆者が受けた放射線量

被爆者が受けた放射線は、直接被ばくによる放射線と残留放射能があります。被爆者が瞬時に受けた放射線の量は、爆心地からの距離と放射線を遮る建物や山などによって決まります。爆心地に近いほど、受けた放射線の量は多く、爆心地から 200 m 遠ざかるごとに約 1/2 に減ります。広島で遮蔽がないところでは、爆心地から 1 km で被爆した人は約 4 グレイ（4,000 ミリグレイ）、1.5 km では 0.5 グレイ（500 ミリグレイ）、2 km では 0.08 グレイ（80 ミリグレイ）、2.5 km では 0.012 グレイ（12 ミリグレイ）の放射線被ばくを受けたと推計されています（図 1）。爆心地から 3 km

以上になると、放射線量はおよそ0.002グレイ（2ミリグレイ）以下になります。一般の人が1年にわたって受ける自然放射線の累積線量を一瞬に受けたこととなります。

遮蔽物の有無、どんな遮蔽物（コンクリート、木造など）であったかによっても、放射線の被ばく線量は変わります。もし平均的な日本家屋内で被ばくした場合は、遮蔽がない屋外で被ばくした場合に比べ、放射線量はおよそ半分になります。

残留放射能は、原爆から放出された中性子が、土壌や建物の物質にあたり、放射性原子が生じて起こった誘導放射能と、ウランが核分裂して生じた放射性物質が雨と一緒に降下した放射線降下物によるものがあります。入市被爆者（原爆投下後に市内に入った人）が誘導放射能により受けた放射線量は、爆心地に原爆投下直後からずっとその場所に居続けたと仮定して最大で、広島では約500ミリシーベルト、長崎ではこの値の半分以下と計算されています。また、放射性降下物による最大被ばく量は、広島では6～20ミリシーベルト、長崎では120～240ミリシーベルトと推定されている地域がありますが、それ以外の黒い雨降雨地域における残留放射能の残存は認められていません。

2) 初期の影響（被ばく後数カ月から数年）

(1) 急性死亡、急性放射線症

放射線被ばくの健康への影響は、放射線の線量によって違います。

非常に高い線量をあびると数カ月のうちに死亡します。その死因は、骨髄の障害による免疫機構の破壊による感染症によるものです。原爆放射線によって、広島の場合は、およそ3グレイ（3,000ミリシーベルト）の放射線をあびた人の約半数が60日以内に亡くなったと推計されています。この線量は爆心地からおよそ1 kmで、標準的な日本家屋の中で被ばくした場合に相当します。原爆投下時は、医療がほとんど期待できない状態でしたが、十分な医療が可能な状態では、放射線被ばくによって約半数の人が60日以内に死亡する被ばく線量は、5グレイ以上とされています。10グレイ以上の全身被ばくを短時間内に受けると、現在の医療技術でも生命を救うことは困難です。この線量は、広島では爆心地から0.8 kmで遮蔽されずに被ばくした場合に相当します。

被ばく直後から数カ月くらいまで、高い線量をあびた人に「急性放射線症」の症状が現れました。一般に「急性放射線症」は、高い線量（1～2グレイから10グレイ）を受け細胞死が起こり、症状として嘔吐、下痢、骨髄の障害により血液細胞の減少、出血、脱毛、男性の一過性不妊などが起こります。それらの症状は、被ばく後3～4ヶ月過ぎると、回復傾向を示しました。

(2) 水晶体混濁

水晶体はカメラのレンズに相当するもので、白内障は、この一部に濁りを生じたものです。被ばく線量が高い場合には、被ばく後数年のうちに、被爆者に白内障が現れました。これは放射線被ばくで、目のレンズの細胞が障害を受け、混濁したためです。

3) 放射線の後影響（被ばく後数年から）

被ばく後数年から生じた放射線の影響を後影響と言います。白血病、がん、その他の病気の一部に後影響が認められています。これらの病気は、放射線に被ばくしていない人にも起こります。そこで、放射線に被ばくした人々を追跡して、被ばくしていることによって、過剰に病気がでているかどうかを調べる疫学調査によって、放射線の影響は調べられています。

(1) 白血病

白血病は、被爆者に最も早くから認められた後影響で、原爆被ばく後5～10年の間にピークに達しました（図2）。そののち減少してきましたが、現在でもわずかに影響が残っています。

図3は、放射線の後影響を調べるために設定された疫学調査の対象になっている86,955人について、線量の群別に、白血病で死亡した人数、放射線を被ばくしたことによる過剰死亡数を示しています。5ミリグレイ未満被ばくした人は、37,407人で、そのうち、2000年までに白血病で死亡した人は92人です。その中で、放射線によって白血病が起こり死亡した人数は0.1人で、放射線によると推計される白血病の割合は0.0%と推計されます。放射線被ばく線量5ミリグレイから99ミリグレイの群では、白血病で死亡した69人のうちで放射線による白血病による死亡は4人、5.8%が放射線による白血病で死亡したと推計されます。この割合は線量が高くなるほど大きくなり、500ミリグレイから999ミリグレイでは30人中18.9人で63%、1,000ミリグレイから1,999ミリグレイでは39人中27.7人で71%、2,000ミリグレイ以上では100%が、放射線による白血病の死亡と推計されます。

白血病のリスクは、被ばく時年齢の影響を受け、線量が同じであれば、被ばくした時の年齢が若いほどリスクは高くなります。

(2) がん

大量の放射線をあびると細胞死が起こりますが、生き残った細胞に、放射線によって誘発されたDNAに突然変異が起こると、被ばく後何年も経過した後で、がんが起こってきます。がんがどのようにして起こるのがすべて解明されているわけではありませんが、がんは、多段階の突然変異が発生して突然変異が蓄積して生じるため、年数が必要と考えられています。

がんが起こるのは、放射線以外に、喫煙、ウイルス、細菌、栄養など多くの因子が関係していることが知られています。原爆被爆者に起こったがんのすべてが、放射線の影響とは言えません。放射線によって起こったがんは、一般にがん年齢に達して起こり、放射線による特徴的な症状や兆候はないので、ある人のがんが、放射線によるものかどうかを判別することはできません。

図4は、線量群別に、がんで死亡した人数、放射線を被ばくしたことによって過剰に死亡した人数とその割合を示しています。

被ばく線量5ミリグレイ未満被ばくした人は、38,509人で、そのうち、2003年までにがんで死亡した人は、4,621人です。その中で、放射線によるがんで死亡した人数は2人で、その割合は0.04%です。被ばく線量5ミリグレイから99ミリグレイの群では、がんで死亡した3,653人のうちで放射線によるがん死亡は49人で、1.3%になります。この割合は線量が高くなるほど大きくなり、500ミリグレイから999ミリグレイでは24.7%、1,000ミリグレイから1,999ミリグレイでは34.8%が、放射線によるがん死亡と推計されます。

放射線被ばくによるがんの増加は、放射線の線量と正比例の関係があります(図5)。1,000ミリグレイ被ばくした人は、被ばくしない人に比べて、がんのリスクは1.5倍、2,000ミリグレイ被ばくでは2倍になります。どのくらいの線量に被ばくするとがんが増加するのかについては、100~200ミリグレイ以上では、放射線の被ばく線量に正比例してリスクが増加することが分かりました。もし、100~200ミリグレイ以下でも正比例の関係があるとしたら、100ミリグレイ被ばくで1.05倍、10ミリグレイで1.005倍、1ミリグレイで1.0005倍と計算されます。しかし、100~200ミリグレイ以下では、正比例の関係があるのかどうかまだ分かっていません。

今まで示したのは、がん全体のリスクですが、どの部位の固形がんが増加するのかについては、乳がん(女性)、肺がん、膀胱がん、甲状腺がん、結腸がん、食道がん、胃がん、肝がんなどで、有意にがんの増加がみられています。しかし、統計的に有意ではなくても、ほとんどのがんで増加が認められています。

がんのリスクは、被ばく時の年齢の影響も受けます。図6は、1,000ミリグレイ被ばくした10、20、30、40、50歳の人がある年齢になったときに被ばくしていない人に比べがんの死亡が何倍になっているかを示しています。同じ線量を被ばくしていても、被ばく時年齢が若いほど、倍率が高くなっています。

(3) がん以外の疾患に対する影響

広島・長崎の疫学調査から、放射線と良性の腫瘍との関係がみられているのは、甲状腺の良性腫瘍、副甲状腺の良性腫瘍、子宮筋腫、胃のポリープです。

図7は、がん以外の病気による死亡に関して、放射線被ばくによる過剰死亡数を示しています。被ばく線量5ミリグレイ未満被ばくした人で2003年までにがん以外の

病気で死亡した人は、15,906 人です。その中で、放射線によってがん以外の病気になり死亡した人数は1人で、その割合は0.0%と推計されます。放射線被ばく線量5ミリグレイから99ミリグレイの群で、がん以外の疾患で死亡した12,304人のうちで放射線による死亡は36人で、0.3%です。500ミリグレイから999ミリグレイでは6.3%、1,000ミリグレイから1,999ミリグレイでは11.6%が、放射線によるがん以外の病気による死亡と推計されます。

がん以外の死亡原因として、心疾患、肝疾患による死亡と放射線被ばくとの関係が示唆されています。しかし、どのようなメカニズムで、心疾患や肝疾患が増えるのかについては、よく分かっていません。

前述した被ばく後早期に見られた白内障は、水晶体の混濁している部位に特徴がありました。最近行われた白内障の調査によれば、被ばくしていない人に比べ1,000ミリグレイ被ばくした人では、白内障が20～30%過剰に現れています。原爆放射線被ばくによってなぜ高齢者に白内障が増加したのかは、まだ、分かっていません。

(4) 母親の胎内で被ばくした時の影響

母親のおなかの中で被爆した人たちの中には、原爆小頭症、精神遅滞および知能指数の低下など脳の発達に影響を受けた人が見られ、妊娠後8～15週目に被ばくすると最もリスクが高いことが分かっています。妊娠後8～15週目は、胎児の脳細胞が活発に分裂、増殖をしている時期で、放射線被ばくにより特に傷を受けやすいためと考えられています。これらの影響は100 mSvを超える被ばくで生じると考えられます。受胎後8週未満や26週齢以降の胎内被爆者では、放射線の脳障害への影響はみられていません。また、子どもや大人で被爆した人たちにも脳障害はみられていません。

胎内で被ばくした人たちのがんのリスクについては、子どものときに被ばくした人たちと同じくらいに、被ばく放射線量の増加に伴ってがんが増える傾向にあります。

3. 放射性降下物による健康影響

原子爆弾（原爆）投下によって、広島市では爆心地から半径2 kmのほぼ全域が全壊全焼地域となりました。一方長崎市では、投下された原爆の威力が広島原爆の1.3倍強であったにも関わらず、東西を山で囲まれた地形のために、爆心地の北2 kmから南2.5 kmに至る幅約1.5 kmの帯状の地域が灰燼地帯となりました。

広島市、長崎市の上空で、それぞれ高度600 m、503 mで炸裂した原爆による放射線は、爆発の瞬間に放出される即発放射線に、上昇する火球中の核分裂生成物から1分以内に放出される遅発放射線を加えた初期放射線（全エネルギーの5%）と、1分以降に核分裂生成物から放出される後期放射線（全エネルギーの10%）に分類されます。核分裂生成物の大部分は上空高く舞い上がり、一部は「黒い雨」などと一緒に地上に沈着して放射性降下物（フォールアウト）となりました。なお、「黒い雨」自体

は大火災によっても起こり、大空襲があると必ずといっていいほど黒い雨が降った、という記述もあります。

地上に降り注いだ初期放射線（中性子線）によって土地や建築物資材が放射能を帯び（誘導放射能）、ベータ線やガンマ線を放出しましたが、誘導放射能は半減期の短いものが多いため、時間とともに急速に減衰しました。

広島では、爆発当時西向きの微風が吹き、爆心地の北部から西部にかけて「黒い雨」が降り、降雨地帯一帯にかなり広く放射能が観測されています。長崎では、爆発当時毎秒3 mの東北東へ向かう風が吹き、爆心地の東約3 kmの西山水源地付近に放射性降下物が雨とともに集中的に落下しました。このため西山地区では強い放射能が測定されています。

残留放射能による被ばくの程度は、個々人の行動様式に依存しますので、一般的な表現は困難です。

原爆の放射性降下物による健康影響に関するこれまでの調査は、西山地区住民を対象とした2種類の調査しかありません。ひとつはホールボディ・カウンターおよび尿の放射化分析による体内Cs-137の測定、もうひとつは甲状腺調査です。

体内Cs-137の測定は1969年、1970年、1971年にそれぞれ第1次、第2次、第3次調査として3回行われていますが、第1次調査の対象者は、群1：西山地区で原爆の放射性降下物に被ばくした50人、群2：原爆投下時は爆心地から10 km以遠にいた早期入市者50人、群3：2グレイ以上の直接被ばくを受けた50人、および群4の非被爆者50人でした（推定被ばく線量はT65Dに基づいており、DS86あるいはDS02に基づくものよりかなり高くなっています）。第2次調査の対象者は群5：西山地区で原爆の放射性降下物に被ばくしたが第1次調査の対象とならなかった30人と群6：原爆の直接放射線にも放射性降下物にも被ばくしなかった長与地区の住民30人でした。第3次調査は、体内Cs-137の経時変化の調査を目的としたもので、群1、群4から選んだ各15人を対象にしています。第1次調査では、体内Cs-137量は群1がほかの3群よりも高かったことが示されています。また第3次調査では体内Cs-137量の減少が群1の方が群4より大きかったことが示されています。西山住民の1969年および1970年における平均総線量は、男性で年間それぞれ0.00292ミリグレイ、0.00198ミリグレイ、女性で年間それぞれ0.00187ミリグレイ、0.00169ミリグレイで、健康影響は考えられないレベルでした。

甲状腺調査は、原爆投下時から10年以上西山地区に住んでいた長崎市在住の247人のうち調査に参加した184人と、性・年齢でマッチさせて対照として選んだ、推定被ばく線量が1ミリグレイ未満の放射線影響研究所成人健康調査の長崎における参加者368人を対象に、1987年に放射線影響研究所と長崎大学の共同研究として行われたものです。甲状腺結節は西山地区住民184人中9人（4.9%）に認められましたが、対照では368人中3人（0.8%）にしか認められておらず、放射性降下物の影響を強く

示唆しています。

4. 被ばく二世への影響

放射線はDNAに損傷（突然変異）を引き起こします。もしも、放射線が精子や卵子にあたって損傷を与えると、その損傷は次の世代にひきつがれることになります。

これまで、被ばく者の子どもに病気や障害が増えるかどうかについても調べられています。今までのところ、親が受けた放射線によって、子どもに、生まれたときの体の異常、染色体の異常、血液蛋白質の異常、がんの発生やがんやがん以外の病気による死亡率、生活習慣病が増えているという結果はみられていません。

参考文献

1. 放射線被爆者医療国際協力推進協議会（編）：原爆放射線の人体影響 改訂第2版. 文光堂, 2012
2. Cullings HM, Fujita S, Funamoto S, et al: Dose estimation for atomic bomb survivor studies: Its evolution and present status. *Radiat Res* 166: 219-254, 2006
3. Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, et al: Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality. 1950-1997. *Radiat Res* 160: 381-407, 2003
4. Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, et al: Effect of recent changes in atomic bomb survivor dosimetry on cancer mortality risk estimates. *Radiat Res* 162: 377-389, 2003
5. Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, et al: Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: An overview of cancer and noncancer diseases. *Radiat Res* 177: 229-243, 2012
6. 広島市・長崎市原爆災害誌編集委員会（編）：広島・長崎の原爆災害. 岩波書店, 1979
7. Okajima S, Takeshita K, Antoku S, et al: Effects of the radioactive fallout of the Nagasaki atomic bomb. *ABCC Technical Report* 12-75, 1975 (岡島俊三, 竹下健児, 安徳重敏, ほか: 長崎における原爆の放射性降下物の影響調査. ABCC業績報告書 12-75, 1975)
8. Nagataki S, Hirayu H, Izumi M, et al: High prevalence of thyroid nodule in area of radioactive fallout. *Lancet* 2: 385-386, 1989