

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10505

研究課題名（和文）長崎原爆の地形遮蔽による低線量被曝に関する疫学研究

研究課題名（英文）An epidemiological study on the low dose radiation exposure by the terrain shielding at Nagasaki Atomic bombing

研究代表者

横田 賢一（YOKOTA, Kenichi）

長崎大学・原爆後障害医療研究所・助教

研究者番号：90754622

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：原爆爆発後の残留放射線への被曝が考えられた入市被曝者については、これまでにいくつかの疫学研究が行われてきたが未だ健康影響は明らかにはなっていない。被曝放射線量が分からないことが大きな要因であるが、爆心からの距離、立ち入り時刻と滞在時間という被曝線量に相関する情報により解析が可能である。本研究では、被曝者14798人について個人毎の被曝後の行動の記述から新たに入市時刻および滞在時間のデータを作成し1970年から46年間のがん死亡追跡データによりがん死亡リスクの評価を行った。現在までの解析では爆発当日の入市と1日以上滞在した場合のがん死亡リスクが高くなることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

入市被曝者は1957年の原爆医療法制定時において、放射線被曝による健康影響の事実に基づくものではなく、影響の可能性に基づきわが国の施策として援護対象とされた。当時は入市被曝のような低線量被曝に関する一切の科学的知見はなく、そのなかでも十分な援護を行うことを考慮して制定されたものと考えられる。しかし、低線量被曝による健康影響が明らかになっていない状況は現在でも続いており、原爆当時に被曝地域の周辺にいた人や、近年発災した福島原発事故の被災住民に対しても不安をもたらす要因となっている。このような状況から入市被曝者のような低線量被曝に関する疫学的知見が加わることは重要である。

研究成果の概要（英文）：Several epidemiological studies have been carried out on the health effects of the enterants into high-radiation area immediate after the A-bombing, but the health effects are not yet clear. The main reason is that the radiation dose is not known, but it is possible to analyse it using information that correlates with radiation dose, such as distance from the hypocenter, time of entry and time spent in the area. In this study, data on time of entry and time spent in the area for 14798 enterants were newly gathered from individual descriptions of post-exposure behaviour, and cancer mortality risk was assessed using cancer mortality follow-up data for 46 years from 1970. The analysis to date has shown that the risk of cancer mortality is higher for those who entered the area on the day of the bombing and for those who stayed for more than one day.

研究分野：放射線疫学

キーワード：原爆被曝者 入市被曝者 残留放射線 低線量被曝 放射線影響 がん死亡

1. 研究開始当初の背景

福島原発事故後に課題となっている放射線被曝の健康影響の評価には原爆被爆者を対象とした研究結果が参考となる。しかし、その研究の多くは爆発時の瞬時被曝に基づく結果であり、原発事故のように環境中に放出された放射性物質による被曝を一定時間受けた場合とは線量率(単位時間あたりの被曝量)が大きく異なる。原爆被爆者には、原爆投下時は被爆地域外にいたが、その後、家族捜索や救援で爆心地付近に立ち入った人(入市被爆者)が含まれており、これらの人の多くは隣接した地域から投下後に救援や捜索のため移動してきた人たちである。長崎は広島に比較して当時の人口も少なく、入市被爆者の数も少ない。このため低線量被曝でのわずかな影響の違いを検出するためにはより多くの対象が必要となる。長崎は山や起伏が多く特に爆心から 2km 以遠の地域では地上 503m の原爆の爆発点からみて山蔭となり爆発時の初期放射線による被曝を免れた地域が多く存在する。爆心から 4~5km 内は直接被曝の地域とされているが、これらの地域にいた人々のなかにも、その後に爆心地付近に立ち入った人々がいる。これらの人々はより爆心地に近い場所にいたことから、遠方からの入市者よりも早い時刻に立ち入ったことが考えられる。本研究はこれらの人々を対象に加えることで対象数を増やす。個人の爆発後の行動を追跡、データ化することにより、爆心地付近の残留放射線による被曝影響について本学の原爆被爆者データベース・コホートの 46 年にわたる長期追跡データを用いて評価が行える。

2. 研究の目的

入市被爆者の曝露要因は環境中の残留放射線であり、この影響を解明することは福島原発事故の被災住民に対しても将来の健康影響評価の参考とすることができる。原爆の残留放射線による被曝量は、爆心地からの距離、爆発からの経過時間と滞在した時間に相関すると考えられている。我々は被爆者の原爆投下後の行動記録から、爆発時にいた場所、立入り地域、立入り日時と滞在時間等について新たにデータ化を行い、現在、1970 年から 2015 年までの死亡追跡を行い、被曝量に関連する要因とがん死亡との関連解析を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

我々が追跡している 1970 年 1 月 1 日時点の長崎市内に在住する固定集団(コホート)のうち、爆発から 14 日間以内に爆心の 2km 以内の地域(入市地域)に立ち入ったことがある 15,214 人を対象として、個人の行動記録から何時、どこに、どれくらいの時間滞在したかという情報をデータ化した。15,214 人には、被爆者区分では直接放射線に被曝したとされる直接被爆者となっているが、地形解析の結果得られている山蔭地域にいて、その後入市していた 5,050 人(33.2%)が含まれている。14,798 人(97.3%)について入市行動に関する情報が得られた。入市時刻については、原爆投下当日(8 月 9 日)の投下時刻は午前 11 時 5 分であったため、午前の 1 時間と当時午後から 2 日後(8 月 11 日)の午前までの間は 1 時間ごとに時間を入力できるようにした。3 日後(8 月 12 日)までは午前と午後の区分、それ以降は日付のみとした。実際には明確な時刻が記載されている例は少なかったため、爆発時にいた場所から入市した場所までの所要時間を推測して入力を行った。また、滞在時間は、記載から読み取って通過のみ(1 時間未満)、捜索(6 時間未満)、宿泊(6 時間以上)に区分して入力を行った。推測できない場合は推測不可として入力した。入力は独立した 2 名で同じデータを入力(ダブルエントリー)して照合した。入力したデータは、それぞれカテゴリ化し解析データとした。解析は、入市場所、時刻、滞在時間を要因とした

場合と、これらの組み合わせで被爆量に相関する統合指標を要因とした解析を行った。解析にはポアソン回帰分析を用いた。解析ソフトは SAS 9.4 を用いた。

4. 研究成果

(1) 入市時刻、滞在時間、入市地域を要因とした解析結果

上記要因と共に共変量として性、入市時年齢、到達年齢を入れたモデルによるポアソン回帰分析の結果、入市時刻については表 1 に示すとおり、爆発から 3 日後を reference とした場合に爆発当日の 7 時間後まで、7-10 時間後および 10-19 時間後までのいずれの入市者についてもがん死亡の相対リスクは統計的に有意に高い傾向がうかがえた。

表 1. 入市時刻の効果

入市時刻	相対リスク	95%信頼区間	P
当日7時間後まで	1.98	1.43 - 2.74	<0.001
当日10時間後まで	5.23	3.12 - 8.76	<0.001
当日19時間後まで	1.25	1.07 - 1.45	0.005
1日後まで	1.09	0.95 - 1.26	0.217
2日後まで	1.25	1.07 - 1.46	0.006
3日後以降		Reference	

同様に、表 2 に滞在時間について、1 時間未満を Reference とした場合の結果を示す。3 日以上および 1-3 日の滞在時にがん死亡の相対リスクが統計的に高い結果となった。しかし、1~12 時間、12 時間以上では、逆に相対リスクが有意に低くなるという結果となった。

表 2. 滞在時間の効果

滞在時間	相対リスク	95%信頼区間	P
3日以上	2.91	1.68 - 5.05	<0.001
1日以上	1.76	1.23 - 2.52	0.002
12時間以上	0.75	0.62 - 0.91	0.003
1時間以上	0.80	0.68 - 0.94	0.007
1時間未満		Reference	

表 3 に入市地域について、1.5-2.0 km を Reference とした場合の結果を示す。最も爆心に近い 0.5 km 以下を含み、1.5 km 以下の全ての地域区分でがん死亡リスクは有意に低い傾向となった。逆に 1.5-2.0 km 地域に立ち入った人の死亡率が高いことが考えられるが、いまのところ、その要因は不明である。

表 3. 入市地域の効果

入市地域	相対リスク	95%信頼区間	P
0.5 km以下	0.63	0.53 - 0.74	<0.001
1.0 km以下	0.69	0.58 - 0.81	<0.001
1.5 km以下	0.73	0.61 - 0.88	0.001
2.0 km 以下		Reference	

(2) 入市時刻、滞在時間、入市地域の統合指標で評価した解析結果

入市地域が 1.0 km 以内で入市時刻が爆発から 7 時間以内かつ滞在時間が 1 日以上を曝露-1 とし、同様に入市時刻が 7-10 時間かつ滞在時間が 12-24 時間を曝露-2、入市時刻が 10-19 時間かつ滞在時間が 1-12 時間を曝露-3、入市地域が 1.0-1.5 km で入市が当日入市の 1 時間未満の滞在または 1 日後までの入市を曝露-4、2 日後の入市を曝露-5 とし、入市地域が 1.5-2.0 km で 3 日後の入市を Reference とした場合の解析では、曝露-2 ではがん死亡の相対リスクが 2.03、95% 信頼区間は 1.01-4.08(P=0.048)で有意な差がみられたが、曝露-1 ではみられず、曝露-1 と曝露-2 を併せた解析でも相対リスクは 1.29(0.71-2.34)となり関連は見られなかった。前ページ(1)では、入市地域の効果がみられてないことが関連しているのかもしれない。今後、さらに解析方法やデータの妥当性の検証が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 横田 賢一
2. 発表標題 長崎原爆における残留放射線被曝とがん死亡リスクとの関連
3. 学会等名 第64回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三根 真理子 (MINE Mariko) (00108292)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・客員教授 (17301)	
研究分担者	高村 昇 (TAKAMURA Noboru) (30295068)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・教授 (17301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------