

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：15401
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2020～2022
課題番号：20K10500
研究課題名（和文）原爆被爆者の地理的情報を活用した新たながんリスクモデルの開発と適用に関する研究

研究課題名（英文）Study of development and application of a new model for radiation-associated cancer risk by using geographical information of atomic bomb survivors' residence

研究代表者
吉永 信治（Yoshinaga, Shinji）
広島大学・原爆放射線医科学研究所・教授

研究者番号：50270616
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）： 広島大学原爆放射線医科学研究所が有する原爆被爆者のデータベースに基づき、原爆被爆者における居住歴に関連するがんリスクの定量化、居住歴を考慮したがんリスクの定量化、居住地に関連した自然放射線による被ばくを加味した新たながんリスクモデルの開発と適用を行うことを目的に本研究を実施した。データベースに登録されている被爆者の居住歴を含む各種データの抽出や整理が予定通り進まず、被爆者のがんリスク評価を実施するに至らなかったが、公開されている情報にもとづき都道府県別の自然放射線による主要ながん部位のリスクを統計モデルを用いて解析することで、男性の胃がんと肺がんで大地ガンマ線との有意な関連を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本人が居住する地域の大地や宇宙放射線など自然放射線による被ばくは、1年間の平均が約2ミリシーベルトと推定されているが、そのうち外部被ばくについては居住地域によっては数倍以上も変動があることが知られている。本研究は、日本における自然放射線への被ばくによるがんリスクを都道府県別に評価し、一部のがんで有意に上昇する可能性を指摘した。本研究は生態学的研究という限界はあるものの、原爆被爆者や職業被ばく集団の研究においても、自然放射線による被ばくを適切に考慮する必要性を指摘した。

研究成果の概要（英文）： Based on the database of A-bomb survivors maintained by the Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, the present research was conducted for the purposes of evaluating cancer risk among A-bomb survivors in Hiroshima in relation to residential history, quantifying cancer risk taking into account of residential history, and developing and applying new cancer risk models taking into account natural radiation exposure dose related to residential location.

Although the cancer risk assessment of A-bomb survivors could not be conducted because the extracting and processing of various data including residential histories of the study subjects in the database did not proceed as planned, the major cancer risks due to natural radiation by prefectures were analyzed using statistical models, and a significant association with terrestrial gamma radiation was found for stomach cancer and lung cancer among men.

研究分野：放射線疫学

キーワード：がんリスク 自然放射線 原爆被爆者 統計モデル

1. 研究開始当初の背景

放射線被ばくが人のがんやがん以外の疾患などの健康へ与える影響については、主として原爆被爆者を対象とした長期にわたる疫学調査の結果に基づき評価され、それらの評価結果は放射線の安全基準や規制の科学的根拠となっている。しかし、これまでに実施された原爆被爆者の健康影響に関する調査研究の大部分では、研究対象者の居住歴の情報については、全くあるいはほとんど考慮されていない。人々が転出することはそれが健康上の問題に関連する場合は、がんなどのリスク推定値にバイアスを与えることが懸念されるが、それらの問題については従来の研究では未解決のままである。さらに、欧州の疫学研究では、自然放射線への被ばくが小児の白血病や中枢神経系腫瘍のリスクを有意に高めることが報告されているが、原爆被爆者においても居住地の自然放射線被ばくが健康影響と関連している場合は、居住地で受ける自然放射線を考慮した上で原爆放射線による被ばくの健康影響を評価する必要がある。

2. 研究の目的

広島大学原爆放射線医科学研究所が有する原爆被爆者のデータベースに基づき、(1)広島原爆被爆者における居住歴に関連するがんリスクの定量化、(2)居住歴を考慮したがんリスクの定量化、(3)居住地に関連した自然放射線による被ばくを考慮した新たながんリスクモデルの開発と適用を行うことを目的に本研究を開始した。(1)と(3)については原爆被爆者データベースに登録されている本研究対象者の居住歴を含む各種データの抽出や整理が計画通り進まなかったため、本研究では主として(2)を目的とした、居住歴に関連するがんリスクの定量化に焦点を当てた。

3. 研究の方法

公表されている国内の大地ガンマ線および屋内ラドン濃度による自然放射線の測定データ、および全国がん罹患率データをもとに一般化線形混合モデルを用いて、がんリスクと自然放射線被ばくの関連を解析した。

自然放射線被ばくのデータについては、環境放射線データベース(<https://search.kankyo-hoshano.go.jp/top.jsp>)に収載されている、主として全国放射能測定調査による地域別屋内ラドン濃度と大地ガンマ線線量率のデータを用いた。これら両方について、各市町村内で複数の測定地点がある場合は、それらの測定値を算術平均することにより、各市町村の平均値を算出した。さらに、総務省が公表している住民基本台帳に基づく2015年の年齢別(5歳区分)・男女別市区町村別人口数のデータを用い、各市町村の平均値と人口数から、各都道府県別に自然放射線被ばくの代表値を算出した。さらに屋内ラドン濃度については、平衡係数0.4、年間屋内滞在時間7000h、線量換算係数9 nSv/Bqhm³に基づいて年間線量に換算した数値を解析に用いた。同様に大地ガンマ線による被ばくについては、線量率から年間線量に換算した数値を解析に用いた。

また、がん罹患率データについては、公開されている全国がん登録情報に基づき全がん(ICD10: C00-96)、胃がん(ICD10: C16)、結腸がん(ICD10: C18)、肝がん(ICD10: C22)、肺がん(ICD10: C34)、甲状腺がん(ICD10: C73)、白血病(ICD10: C91-95)について、2016~2018年の各年の都道府県別・性別の年齢調整罹患率のデータを使用した。さらに都道府県別の喫煙率のデータとして国立がん研究センターが公開している2013年の20歳以上の性別喫煙率のデータを用いた。

統計解析は下記の一般化線形混合モデルにより、各部位別がんの罹患率に与える自然放射線被ばくの影響を解析した。

$$y_{i,j} = \alpha + r_{i,j} + g_{i,j} + s_i + p_i + e_{i,j}, \quad p_i \sim N(0, \sigma^2)$$

ただし、 y はがん罹患率の対数、 r と g はそれぞれラドンおよびガンマ線被ばくの影響を表す固定効果、 s は喫煙の固定効果、 p は都道府県の変量効果、 e は誤差を表す。また、 i は都道府県、 j は暦年(2016~2018年)を表す添字である。解析においては統計解析ソフトウェア SAS 9.4 を用いた。

4. 研究成果

一般化線形混合効果モデルによる屋内ラドンと大地ガンマ線ががんリスクに与える影響の解析結果を表1に示す。屋内ラドンの影響については、男女ともにいずれの部位のがんについても統計学的に有意でなかった。一方、大地ガンマ線の影響については、男性の胃がん($p=0.0280$)と肺がん($p=0.0028$)で統計学的に有意であったが、その他のがんについてはいずれも統計学的に有意な影響は認められなかった。これらのラドンとガンマ線による被ばくの影響を同時に入れたモデルに基づく結果であるが、どちらか一方を入れたモデルを用いた場合でも結果は同様であった。

本研究で用いた統計モデルには、放射線とがんの疫学研究における最も重要な交絡因子として考えられる喫煙を共変量として含めて調整を行ったが、喫煙以外の交絡因子や自然放射線以

外の放射線被ばくについては考慮することが出来なかったことが本研究の限界の1つである。本研究では、男性の胃がんと肺がんで大地ガンマ線の有意な影響がみられた一方で、放射線誘発性が比較的高いとされている白血病では男女ともに有意な影響がみられなかった。これらの結果は未調整の交絡因子、偶然による結果、生態学的バイアスなどの観点から慎重に解釈する必要がある。

本研究ではデータベースに登録されている本研究対象者の居住歴を含む各種データの抽出や整理が予定通り進まず、被爆者のがんリスク評価を実施するに至らなかったものの、都道府県別の自然放射線による主要ながんリスクを統計モデルで解析し、男性の胃がんと肺がんで大地ガンマ線との有意な関連を見出した。これらの結果は、原爆被爆者による原爆の被ばく影響を評価する上だけでなく、放射線被ばくを受けた職業集団などにおいても自然放射線の影響を考慮する重要性を示唆している。

表1. 屋内ラドンおよび大地ガンマ線の被ばくによるがんリスクへの影響の解析結果

がん部位	男性		女性	
	ラドン	ガンマ線	ラドン	ガンマ線
全がん	-0.08421, p=0.4193	0.1673, p=0.0511	-0.05436, p=0.4655	0.03028, p=0.5886
胃がん	-0.3816, p=0.2682	0.6260, p=0.0280	-0.2967, p=0.3691	0.3203, p=0.1978
結腸がん	-0.1152, p=0.4937	-0.04186, p=0.7581	-0.1035, p=0.6854	0.04685, p=0.7999
肝がん	0.3127, p=0.3972	0.2819, p=0.3460	0.01156, p=0.9813	0.3549, p=0.4364
肺がん	-0.1470, p=0.3316	0.3806, p=0.0028	-0.2871, p=0.3977	0.2830, p=0.3138
甲状腺がん	-0.2370, p=0.6018	0.3793, p=0.2875	-0.05172, p=0.9094	0.1385, p=0.6865
白血病	0.08479, p=0.8470	-0.09750, p=0.7877	-0.1617, p=0.7712	-0.2136, p=0.6307

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------