

16. 長崎市における原爆被爆者の死因と死亡率の解析

1. 緒言

原爆が投下されて40年近くになるが、この間、原爆被爆者を対象にした放射線の人体に与える影響の研究が報告されてきた。Gilbertら¹⁾は、1950年の国勢調査に関連して登録された被爆者82,000名(うち長崎分20,000名)と、非被爆者27,000名(うち長崎分6,300名)を観察集団と設定し、20年余にわたり追跡調査を行っている。線量と死亡率が線型関係であるという仮定のもとにがんの過剰死亡を計算し、放射線の発がん効果が白血病、乳がん、肺がん、食道がん、胃がん、泌尿器がん、リンパ腫にみられると報告している。しかし、被爆者と非被爆者との全死因を含めた死亡率の差異については、まだ明らかにされていない。

昭和32年に制定された原爆医療法にもとづき被爆者手帳を交付された者は、長崎市では約11万人であった。我々はこれを観察集団として設定し、被爆者と非被爆者との年齢別死亡率および死因別死亡率を比較し、被曝線量と死亡率の関係を検討した。

2. 被爆者の死因

死亡者については、昭和45年より長崎市の原爆被爆者対策部に届けのあった死亡診断書により、1965年(第8回)修正の国際疾病分類にもとづき、原死因を符号化し計算機に入力した。原死因と基本情報(生年月日、被爆距離等)とのリンケージは、手帳番号とカナ氏名で行なった。死亡届けのなかった者については法務局にて死因の確認を行なった。解析

に用いたデータは、昭和45～51年度の7年間の死亡者で、年度、性、年齢別構成を表1に示す。全死亡者7,782名中、死亡診断書の入手が可能であったのは7,708名(99%)であった。原死因を厚生省の死因統計分類に整理しなおした。原死因の頻度を、年度別、性別及び年齢別に求めたものを基礎資料とし、年齢別死亡率、死因別死亡率を算出した。非被爆者の死亡数は、長崎市衛生統計年報の年度、性、年齢、死因別死亡数より被爆者の死亡を差し引いたものを用いた。被爆人口は7年間の平均を用いた。性、年齢別人口構成を図1に示す。また非被爆者の死亡率を基準に標準化死亡比を算出した。

(1) 性・年齢別死亡率

被爆者と非被爆者の性、年齢別死亡率を図2に示す。被爆者の死亡率が高齢で低率であった。被爆者と非被爆者の死亡率の差を年齢別に χ^2 検定した結果、男女ともに、60歳以上のすべての年齢階級で有意であった。表2-1, 2に、年齢別粗死亡率および標準化死亡比を示した。

(2) 悪性新生物

悪性新生物については、白血病とそれ以外の悪性新生物に分類して比較した。白血病以外の悪性新生物の死亡率の比較を図3に示す。被爆者と非被爆者の死亡率の違いを年齢別に χ^2 検定した結果、40～44歳の女性のみ有意であった。表3-1, 2に標準化死亡比を示した。白血病の死亡率を表4-1, 2に示す。マンテルヘンツェル検定

の結果、男性において全年齢階級をとおして被爆者の白血病の死亡率が有意に高率であったが、女性には差がみられなかった。

(3) 脳血管疾患

脳血管疾患死亡率の比較を図4に示す。被爆者の脳血管疾患死亡率が低率であった。脳血管疾患死亡率を年齢別に χ^2 検定した結果、男性では、60～69歳、75歳以上で有意であり、女性では、50～54歳、60～64歳、75歳以上で有意であった。表5-1, 2に標準化死亡比を示した。

3. 被曝線量と死亡率

被曝線量は被爆距離によって定まるT65D線量に、申請書記載の遮蔽状況より定まる透過率を乗じて算出した。屋外で被爆し、遮蔽状況が不明（ものかげ等）な者については、アンケート用紙を郵送し再確認を行った。遮蔽状況不明、被爆距離推定不能により、線量推定のできない者（36.4%）は除外した。被爆距離の推定の際、手帳申請書の被爆場所の信頼度をみるため、原爆被災復元調査データとの照合も行った。2 km以内被曝線量推定を行った8,180名中、被曝線量判明者は5,331名であった。600 rad以上と推定された240名（4.5%）については、致死線量以上を被曝していることになり、推定に不確かな点があると思われるので今回の解析からは除外した。解析には5,091名（95.5%）を用いた。これをⅠ群（100 rads未満）、Ⅱ群（100～199 rads）、Ⅲ群（200～599 rads）の3群に分けた。3群の平均被曝線量を表6に示した。対照群として、被爆者データベースより2 km（T65Dによれば無遮蔽で17.9 rad）以遠の被爆者を無作為に3,714名抽出した。年齢構成を図5に示した。対照群を加えた4群の人

数および死亡数を表7に示す。被曝線量推定群の死亡は673名、対照群の死亡は504名であった。

解析には、生年月日、死亡年月日、性別、転出年月日、生死の状況、推定被曝線量、死因の7項目を用い、life table analysisより検定を行った。

(1) 被爆距離・被爆状況

手帳申請書からの推定距離の信頼度をみるために、手帳申請書からの推定距離と復元データから求めた推定距離の差の分布を図6に示した。両情報からの推定距離が一致しているものが66.9%、100 mの差が23.8%、200 m以上の差が9.3%であり100 m以下のずれは90.7%で、ほとんどが一致していた。

被爆状況の割合を図7-1, 2に示す。男性は日本家屋内被爆は、Ⅰ群75.5%、Ⅱ群52.9%、Ⅲ群42.1%と線量とともに減少がみられ、逆に工場（鉄板屋根）内被爆が、Ⅰ群7.1%、Ⅱ群29.4%、Ⅲ群47.6%と増加する傾向がみられた（図7-1）。女性も同様の傾向で、日本家屋内被爆は、Ⅰ群86.7%、Ⅱ群69.8%、Ⅲ群62.9%と減少し、工場内被爆は、Ⅰ群7.2%、Ⅱ群19.4%、Ⅲ群33.2%と増加した（図7-2）。男女を比較すると、女性に日本家屋内被爆が多く、男性は工場内被爆が多いのが目につく。

(2) 被曝線量別生存率

被曝線量によって分けた男性4群の生存率の比較を図8-1に示す。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ群間の差に一定の傾向はなかった。しかし、対照群とⅢ群は、65歳から生存率の差がみられた。対照群とⅢ群の50%死亡の平均年齢の差は1.5歳であった。75～79歳で対照群とⅢ群の生存率の差が最も大きく、その

差は0.0938であった。年齢で修正したMantel-Coxの生存率検定により、対照群とⅢ群の生存率の間に5%水準で有意差がみられた。

女性の4群の生存率の比較を図8-2に示す。Ⅰ、Ⅱ群と対照群は同様のパターンを示すが、60~64歳ではⅡ群が対照群をやや下回る傾向がみられた。Ⅲ群は対照群よりも生存率が低く、Ⅰ、Ⅱ群と比較しても低い。対照群とⅢ群の50%死亡の平均年齢の差は2.3歳であった。75~79歳で最も生存率の差が大きく、その差は0.1156であった。対照群とⅢ群は、1%水準で有意差がみられた。

(3) 悪性新生物を除外した場合の生存率

放射線の影響として、悪性新生物の発生が考えられるので、悪性新生物による死亡を除外した生存率(図9-1, 2)を求めた。図には悪性新生物を除外(non-cancer)した対照群とⅢ群を点線で示し、除外しないもの(図8-1, 2)を実線で示した。男性(図9-1)は、対照群とⅢ群の悪性新生物除外後の生存率の間に統計的な差はなかった。女性(図9-2)は、Ⅲ群と対照群の生存率にわずかの差があったが統計的には $p=0.06$ で有意ではなかった。50%死亡の平均年齢の伸びは、女性のⅢ群、対照群ともに0.1年であった。

4. 考 察

昭和45年度から51年度の7年間における被爆者と非被爆者との年齢別死亡率の比較を行なった結果、60歳以上において被爆者の死亡率が低率であった。また死因別に比較した場合、脳血管疾患において、被爆者の死亡率は非被爆者に比して低率であった。中枢神経系

の血管障害である脳血管疾患は60歳代より急増する老年期の病気である。この疾病は、原因のひとつである高血圧を集団検診で発見し、健康指導により予防が可能である。長崎市では、原爆被爆者検査センター以外に、職場や地区を巡回して被爆者の血液検査・尿検査・血液検査を含む定期検診を行っており、被爆者の大部分が受診しやすい体制になっている。集団検診による早期発見、健康指導による予防のみでなく、被爆者自身が健康に留意する意識が強いことも考えられる。

我々は、被爆者に当時の状況をかなり正確に聴取し作成されたと思われる被爆手帳申請書のなかから、被爆地点と遮蔽状況を用いて被曝線量推定を行った。被曝状況については、高線量被曝者は鉄板家根が多く、低線量被曝者は日本家屋が多い。特に女性は、日本家屋での被曝が多かった。4群間の生存率の比較では、200 rad未満の群(Ⅰ、Ⅱ群)では対照群との生存率の差はなく、200 rad以上の群(Ⅲ群)についてのみ対照群より有意に低率であることが認められた。放射線の生存率への影響の主なもの悪性新生物と考えられるので悪性新生物を除外したとき、対照群と200 rad以上被曝群(Ⅲ群)の生存率を比較した。対照群とⅢ群の悪性新生物を除外した生存率の差は、男女ともに統計的には有意ではなかった。原爆放射線が主に悪性新生物発生に影響を与えることを示唆する。

対象とした被爆者集団は、原爆医療法のもとに年2回の定期健康診断を受診でき、今回の解析に用いた4群とも、昭和45年以降、平均10回、つまり毎年受診している。近年、成人病等の疾病の予防には定期健診による早期発見が重要とされており、その点、かなり早い時期から健康管理がなされている。I. M.

長崎原爆研究

Moriyamaら²⁾は、広島および長崎における寿命調査集団を対象に、昭和26年から昭和51年の生存率を検討し、被爆時年齢10歳以下の群に放射線の影響を認めている。本研究の結果も放射線の影響を示すものである。

(三根真理子)

文 献

- 1) G. W. Beebe, et. al: 原爆被爆者における死亡率, 1950-74年, RERF TR 1-77, 1977.
- 2) I. M. Moriyama, et. al: 原爆被爆者の生存率, 広島・長崎, 1951-76年, RERF TR 17-78, 1978.

表 1. 被爆者の年齢別死亡数

年 度		45	46	47	48	49	50	51	計
性・年齢									
25-29	男	3	9	4	6	4	0	0	26
	女	2	3	2	1	1	0	0	9
30-34	男	10	9	9	8	11	13	9	69
	女	4	3	3	3	4	6	3	26
35-39	男	14	15	11	9	11	7	17	84
	女	8	8	6	8	6	9	5	50
40-44	男	16	17	22	23	23	31	17	149
	女	12	15	17	11	12	12	8	87
45-49	男	4	6	13	14	26	29	21	113
	女	17	14	14	14	19	17	24	119
50-54	男	14	10	17	10	9	9	18	87
	女	20	21	20	22	24	28	31	166
55-59	男	36	30	21	30	21	23	23	184
	女	36	15	28	34	29	28	23	193
60-64	男	58	48	40	46	35	33	39	299
	女	54	41	42	38	38	28	35	276
65-69	男	95	76	74	80	67	55	61	508
	女	59	65	52	69	63	54	54	416
70-74	男	117	125	112	124	119	113	106	816
	女	82	83	75	67	99	118	67	591
75-79	男	104	116	104	129	129	114	129	825
	女	89	106	102	107	127	109	113	753
80-	男	99	101	103	128	132	148	158	869
	女	109	112	142	173	169	189	173	1,067
男性計		570	562	530	607	587	575	598	4,029
女性計		492	486	503	547	591	598	536	3,753
総 計		1,062	1,048	1,033	1,154	1,178	1,173	1,134	7,782

表 2—1. 年令別死亡率と標準化死亡比 (男)

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 — 29	143.0	124.1	26	22.56	1.15
30 — 34	201.2	141.9	69	48.69	1.42*
35 — 39	267.2	244.9	84	77.00	1.09
40 — 44	436.3	328.2	149	112.08	1.33**
45 — 49	456.3	522.7	113	129.47	0.87
50 — 54	770.2	797.1	87	90.05	0.97
55 — 59	1,327.2	1,186.3	184	164.47	1.12
60 — 64	1,896.4	2,192.3	299	345.66	0.87*
65 — 69	3,004.3	3,417.9	508	577.93	0.88*
70 — 74	5,006.3	6,993.2	816	1,139.83	0.72**
75 — 79	7,795.5	13,381.7	825	1,416.19	0.58**
80 —	12,676.8	33,032.3	869	2,264.37	0.38**

有意水準：* 5%，** 1%

表 2—2. 年令別死亡率と標準化死亡比 (女)

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 — 29	49.5	61.5	9	11.19	0.80
30 — 34	75.2	98.1	26	33.90	0.77*
35 — 39	145.7	114.4	50	39.28	1.27
40 — 44	219.3	182.3	87	72.31	1.20
45 — 49	259.1	282.9	119	129.95	0.92
50 — 54	429.6	423.6	166	163.68	1.01
55 — 59	643.5	616.7	193	184.96	1.04
60 — 64	946.0	1,319.7	276	385.04	0.72**
65 — 69	1,613.5	1,869.7	416	482.04	0.86*
70 — 74	2,799.8	3,820.2	591	806.37	0.73**
75 — 79	5,304.6	8,014.5	753	1,137.66	0.66**
80 —	10,201.7	19,667.4	1,067	2,057.02	0.52**

有意水準：* 5%，** 1%

表 3—1. 年令別死亡率と標準化死亡比（白血病以外の悪性新生物，男）

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 — 29		10.5	0	1.9	
30 — 34	23.3	19.4	8	6.7	1.19
35 — 39	38.1	39.6	12	12.5	1.96
40 — 44	90.7	59.5	31	20.3	1.52
45 — 49	141.3	137.7	35	34.1	1.03
50 — 54	274.4	253.3	31	28.6	1.08
55 — 59	425.5	342.2	59	47.5	1.24
60 — 64	627.8	716.4	99	112.9	0.87
65 — 69	928.5	895.5	157	151.4	1.03
70 — 74	1,251.6	1,452.7	204	236.7	0.86
75 — 79	1,889.2	1,692.8	201	179.1	1.12
80 —	1,590.0	2,155.5	109	147.7	0.73

有意水準：* 5%，** 1%

表 3—2. 年令別死亡率と標準化死亡比（白血病以外の悪性新生物，女）

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 — 29		16.6	0	3.0	
30 — 34	17.3	23.9	6	8.2	0.72
35 — 39	46.6	36.1	16	12.4	1.29
40 — 44	108.4	61.6	43	24.4	1.75*
45 — 49	119.7	99.5	55	45.7	1.20
50 — 54	170.8	160.9	66	62.2	1.06
55 — 59	266.7	217.8	80	65.3	1.22
60 — 64	377.0	386.6	110	112.8	0.97
65 — 69	512.0	504.7	132	130.1	1.01
70 — 74	649.0	805.8	137	170.0	0.81
75 — 79	993.3	856.5	141	135.7	1.04
80 —	946.5	899.3	99	94.1	1.05

有意水準：* 5%，** 1%

B. 疫学的研究

表 4-1. 白血病死亡 (男)

年令階級	長崎市人口	長崎市 白血病	被爆人口	被爆者 白血病	被爆者 期待数	分散
25 — 29	122,136	9	18,182	3	1.34	1.14
30 — 34	106,158	6	34,301	3	1.94	1.31
35 — 39	104,499	3	31,432	1	0.90	0.63
40 — 44	103,016	3	34,151	2	0.99	0.66
45 — 49	88,658	2	24,767	0	0.56	0.40
50 — 54	68,124	6	11,296	1	0.99	0.83
55 — 59	56,518	9	13,864	5	2.21	1.67
60 — 64	48,289	7	15,767	4	2.29	1.54
65 — 69	37,009	6	16,909	4	2.74	1.49
70 — 74	25,179	4	16,299	2	2.59	0.91
75 — 79	14,304	2	10,583	2	1.48	0.38
80 —	8,572	1	6,855	1	0.80	0.16
計	782,463	58	234,406	28	18.83	11.13

表 4-2. 白血病死亡 (女)

年令階級	長崎市人口	長崎市 白血病	被爆人口	被爆者 白血病	被爆者 期待数	分散
25 — 29	138,369	1	18,172	0	0.13	0.11
30 — 34	118,107	2	34,544	0	0.58	0.41
35 — 39	117,302	4	34,311	1	1.17	0.83
40 — 44	114,271	1	39,667	0	0.35	0.23
45 — 49	103,176	6	45,925	3	2.67	1.48
50 — 54	85,851	3	38,639	3	1.35	0.74
55 — 59	68,096	2	29,991	1	0.88	0.49
60 — 64	56,073	2	29,175	2	1.04	0.50
65 — 69	45,196	7	25,781	4	3.99	1.72
70 — 74	34,013	1	21,108	0	0.62	0.24
75 — 79	21,931	2	14,195	2	1.29	0.46
80 —	16,352	1	10,459	1	0.64	0.23
計	918,739	32	341,967	17	14.72	7.44

表 5-1. 年令別死亡率と標準化死亡比 (脳血管疾患, 男)

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 - 29		2.8	0	0.52	
30 - 34	11.6	9.7	4	3.34	1.20
35 - 39	31.8	19.1	10	6.02	1.66
40 - 44	70.2	60.9	24	20.83	1.15
45 - 49	88.8	81.3	22	20.16	1.09
50 - 54	115.0	142.5	13	16.10	0.81
55 - 59	245.2	250.8	34	34.78	0.98
60 - 64	386.8	559.6	61	88.23	0.69**
65 - 69	680.1	940.3	115	158.99	0.72**
70 - 74	1,478.6	1,779.2	241	290.00	0.83
75 - 79	2,050.5	3,735.0	217	395.28	0.55**
80 -	3,136.4	7,340.5	215	503.19	0.43**

有意水準：* 5%, ** 1%

表 5-2. 年令別死亡率と標準化死亡比 (脳血管疾患, 女)

年令階級	粗 死 亡 率		被爆者 観察死亡数 (A)	被爆者 期待数 (B)	標準化 死亡比 (A / B)
	被 爆 者	非被爆者			
25 - 29		1.6	0	0.30	
30 - 34	8.7	4.7	3	1.65	1.81
35 - 39	8.7	8.4	3	2.89	1.04
40 - 44	20.2	22.8	8	9.04	0.89
45 - 49	30.5	41.9	14	19.25	0.73
50 - 54	64.7	105.9	25	40.92	0.61*
55 - 59	80.0	112.9	24	33.84	0.71
60 - 64	157.7	293.7	46	85.69	0.54**
65 - 69	430.6	484.2	111	124.82	0.89
70 - 74	824.3	968.6	174	204.46	0.85
75 - 79	1,528.7	2,404.4	217	341.30	0.64**
80 -	2,438.1	5,548.9	255	580.37	0.44**

有意水準：* 5%, ** 1%

表 6. 各群の平均被曝線量

群	被 曝 線 量	
	男	女
I 群 (1 ~ 99)	38.0 ± 21.0	33.9 ± 18.9
II 群 (100 ~ 199)	144.9 ± 30.0	141.4 ± 28.9
III 群 (200 ~ 599)	291.2 ± 83.5	297.8 ± 94.3

(平均±標準偏差)

表 7. 各群の人数および死亡数

	男		女		計	
	人 数	死亡数	人 数	死亡数	人 数	死亡数
I (1 ~ 99)	1,069	186	1,588	185	2,657	371
II (100 ~ 199)	466	68	620	65	1,086	133
III (200 ~ 599)	645	106	703	63	1,348	169
小 計	2,180	360	2,911	313	5,091	673
対照群	1,462	227	2,252	277	3,714	504
総 計	3,642	587	5,163	590	8,805	1,177

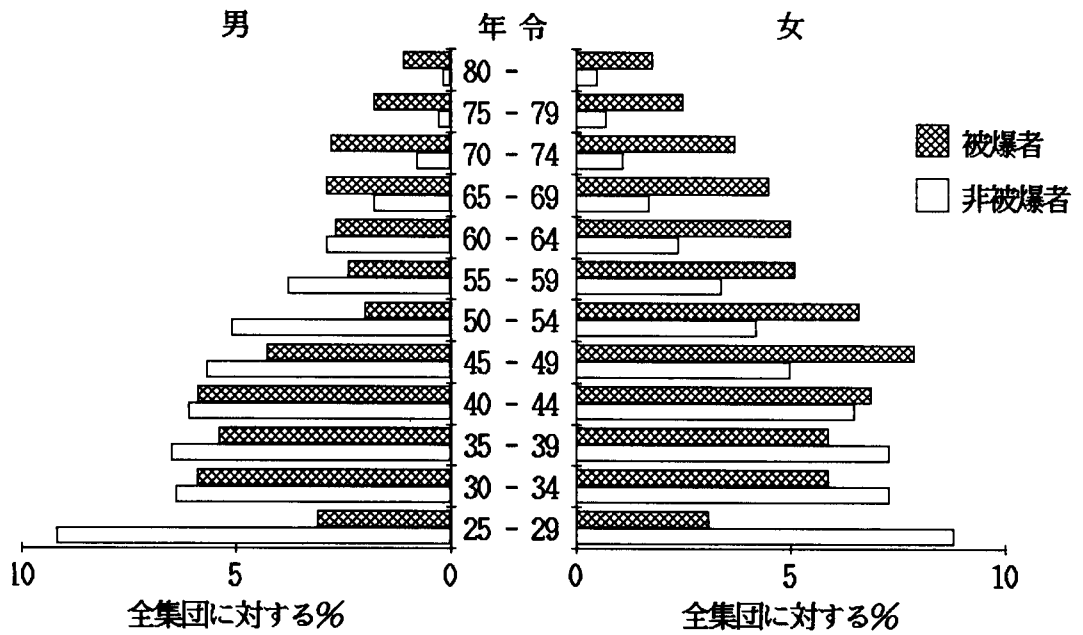


図1. 被爆者と非被爆者の年齢構成

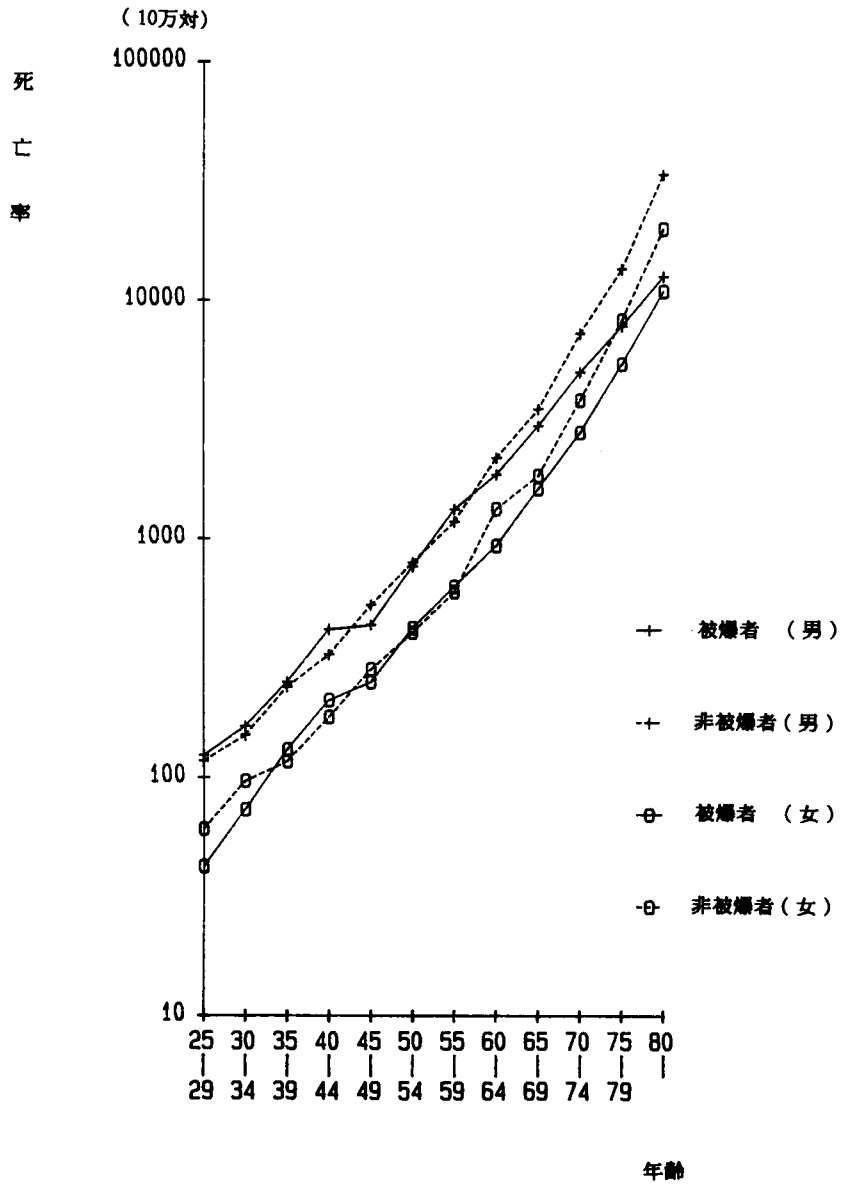


図2. 被爆者と非被爆者の年齢別死亡率

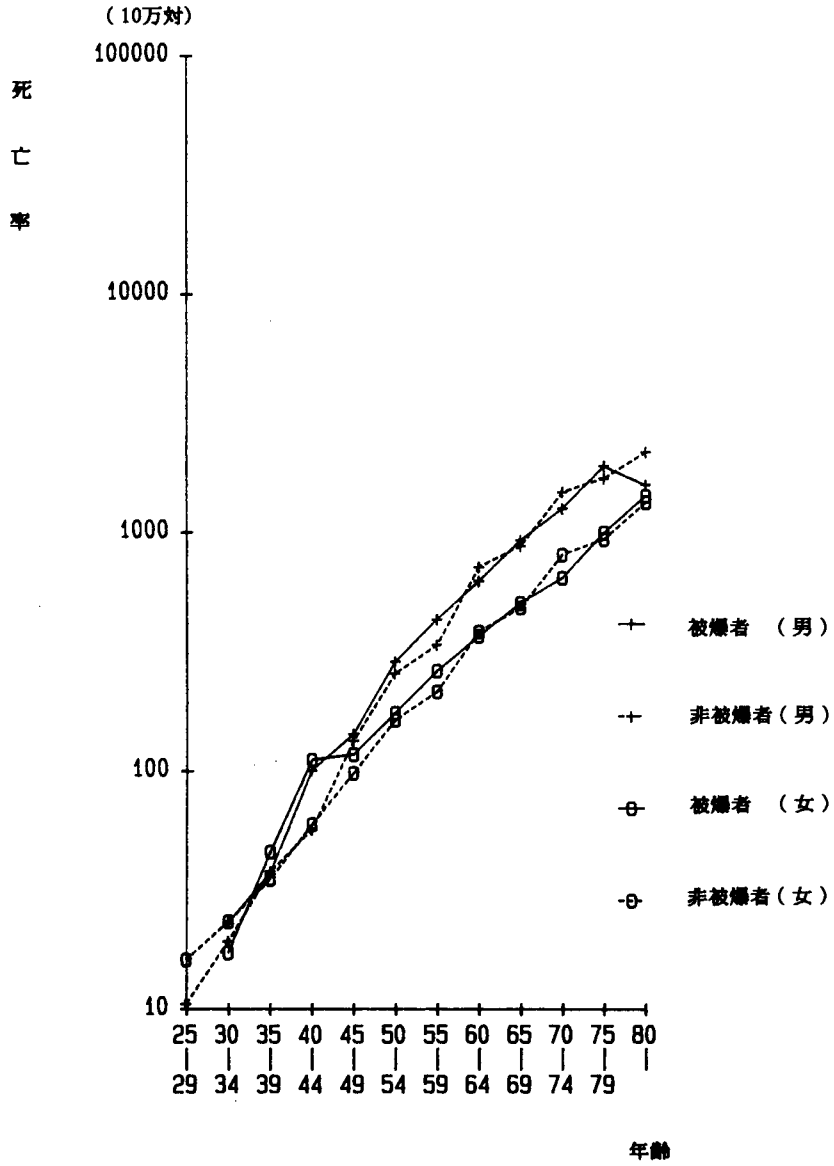


図3. 悪性新生物（白血病を除く）が死因の年齢別死亡率

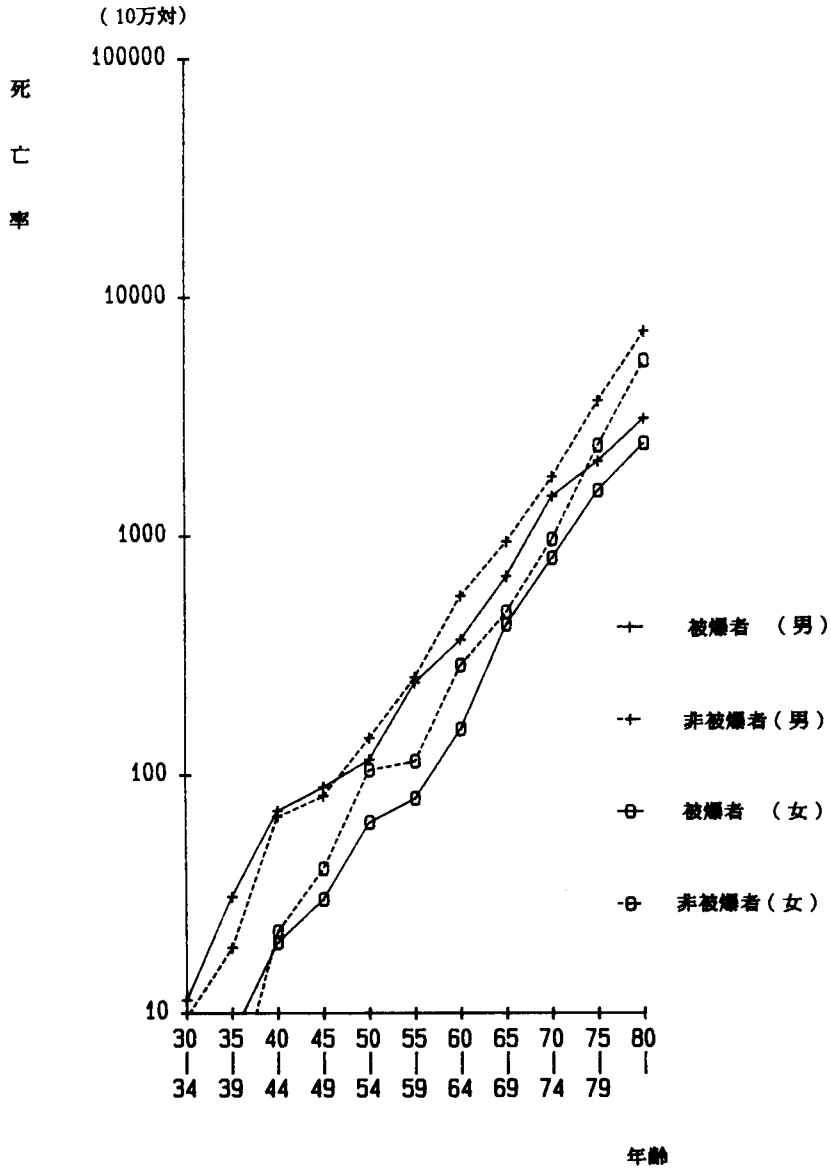


図 4. 脳血管疾患が死因の年齢別死亡率

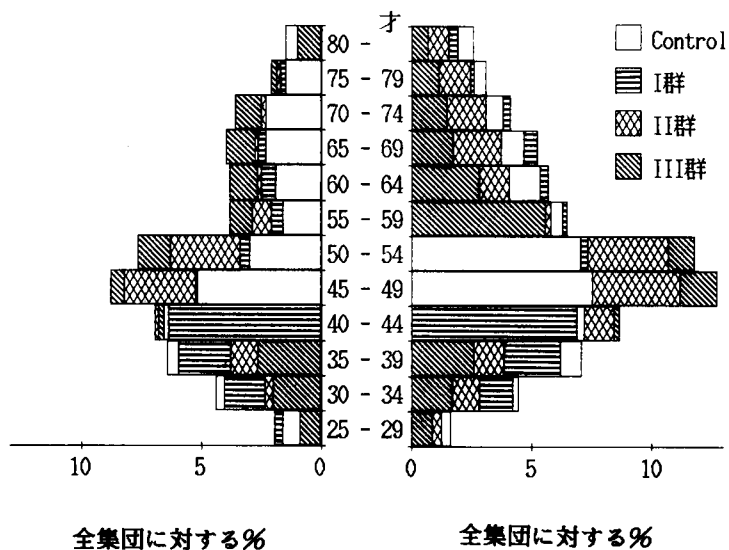


図5. 被爆者各群の年齢構成

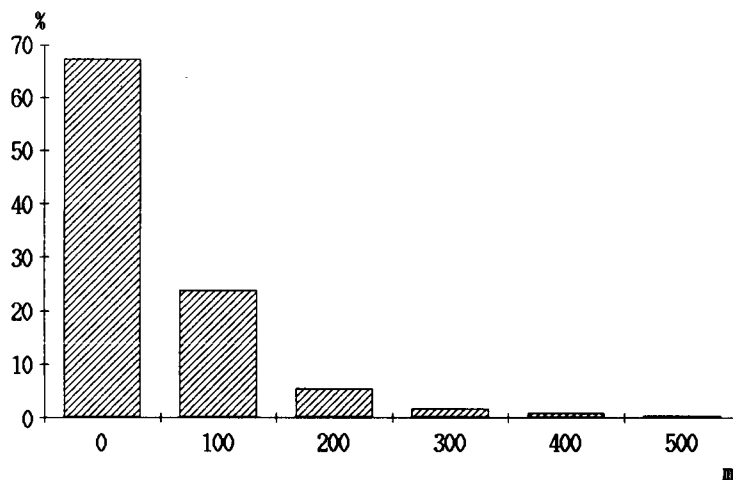


図6. 手帳申請書距離と復元距離の差の分布

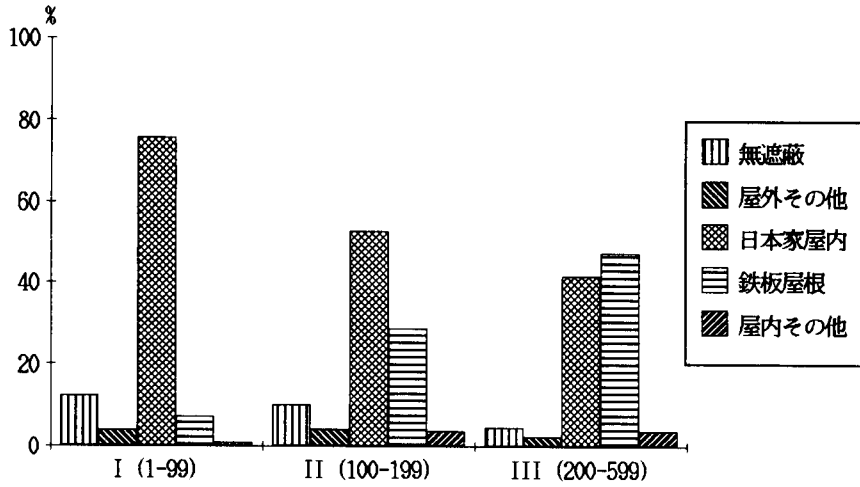


図7-1. 被曝線量各群の遮蔽状況の分布 (男)

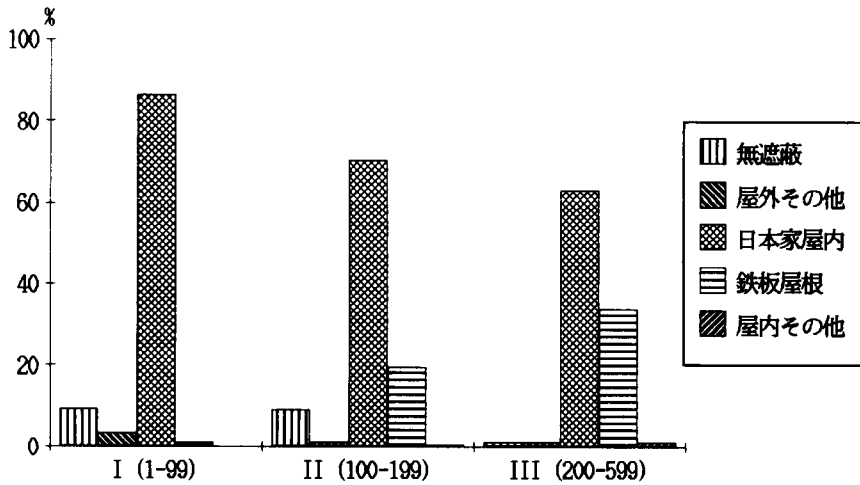


図7-2. 被曝線量各群の遮蔽状況の分布 (女)

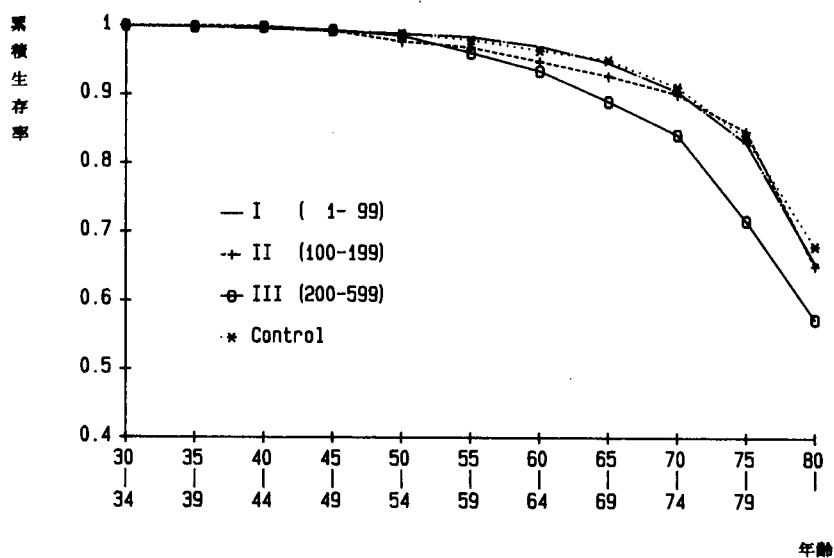


図 8-1. 被曝線量各群の生存率曲線 (男)

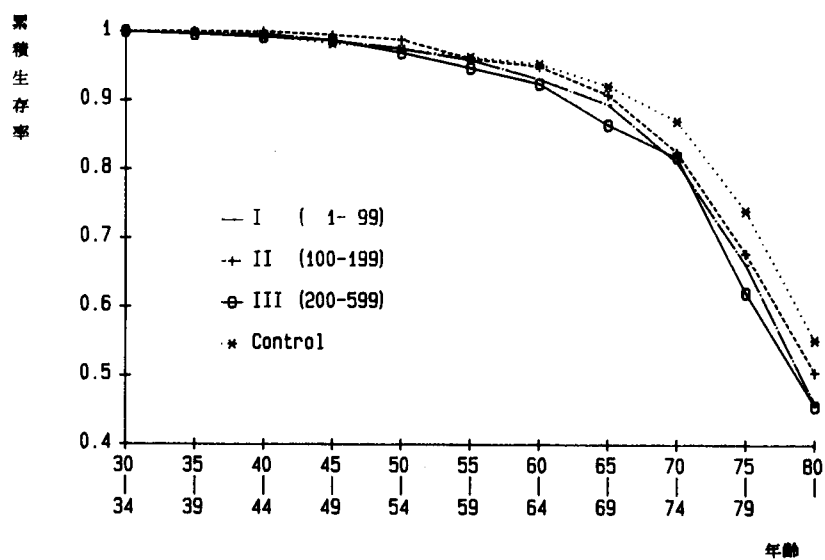


図 8-2. 被曝線量各群の生存率曲線 (女)

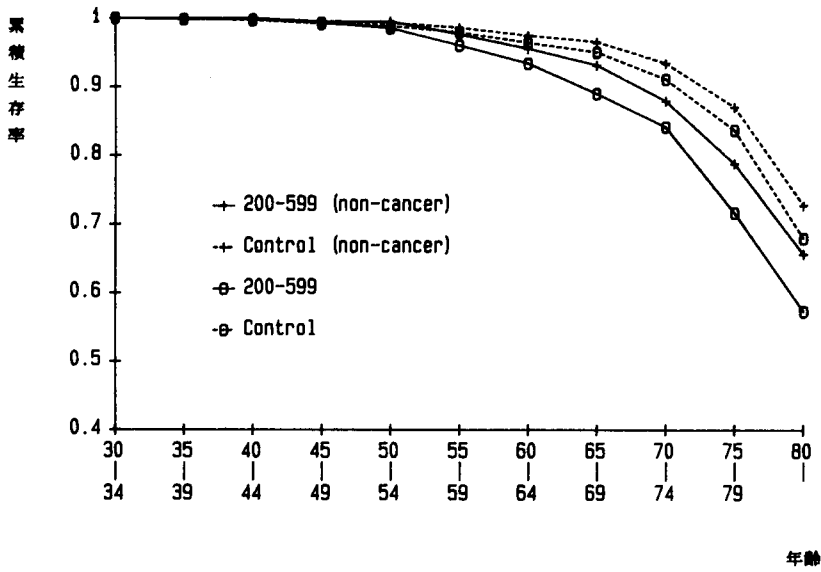


図9-1. 悪性新生物を除いた生存率曲線 (男)

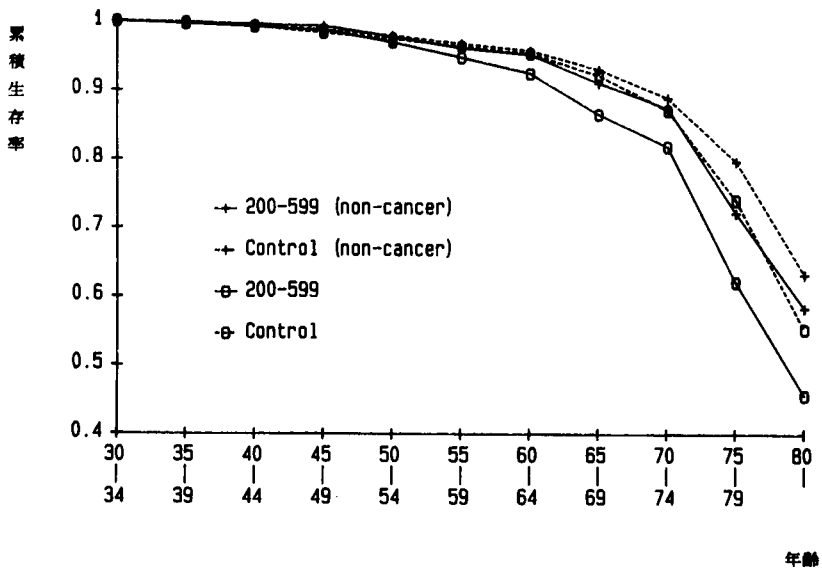


図9-2. 悪性新生物を除いた生存率曲線 (女)