

JNIH - ABCC LIFE SPAN STUDY HIROSHIMA AND NAGASAKI

予研 - ABCC 寿命調査 広島 - 長崎

REPORT 4

MORTALITY IN A-BOMB SURVIVORS BY AGE COHORTS 1950-59

第4報

原爆時年齢コーホートにおける原爆被爆生存者の死亡率 1950 - 59年

MORIHIRO ISHIDA, M.D. 石田保広

SEYMOUR JABLON, M.A.



TECHNICAL REPORT SERIES
業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC 業績報告書は、ABCC の日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

JNIH- ABCC LIFE SPAN STUDY HIROSHIMA AND NAGASAKI

予研 - ABCC 寿命調査 広島 - 長崎

REPORT 4

MORTALITY IN A-BOMB SURVIVORS BY AGE COHORTS 1950-59

第4報

原爆時年齢コーホートにおける原爆被爆生存者の死亡率 1950 - 59年

MORIHIRO ISHIDA, M.D. 石田保広
SEYMOUR JABLON, M.A.

Department of Statistics

統計部

ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPANA Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES · NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE
with funds provided by
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米 国 学 士 院 - 学 術 会 議 と 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所
と の 日 米 共 同 調 査 研 究 機 関

(米 国 原 子 力 委 員 会, 厚 生 省 国 立 予 防 衛 生 研 究 所 お よ び 米 国 公 衆 衛 生 局 の 研 究 費 に よ る)

PREFACE

序

This report, one of a series of comparable broad analyses, presents a segment of data from a continuing binational epidemiologic investigation. The research protocol was jointly authorized under agreements signed by the Directors of Japanese National Institute of Health (JNIH) and Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC). The research plan and texts of the agreements are presented in bilingual Technical Report 04-59.

Presentation of these periodic analyses of data from the JNIH-ABCC long-term studies is possible only through the continuing cooperative research efforts which involved many former as well as current professional staff members. The authors of this report were responsible for the present analysis and interpretation, as well as for the text.

Bilingual presentation was authorized on the basis of review by the Japanese and American professional staff of ABCC; and by the Kyogikai jointly appointed by Dr. Keizo Nakamura, Director of JNIH and Dr. George B. Darling, Director of ABCC.

この報告書は、一連の広範な解析報告の一つであって、日米両国が継続実施している疫学的調査から得たデータの一部を発表するものである。この調査に関する研究計画書は、国立予防衛生研究所(予研)と原爆傷害調査委員会(ABCC)との両機関の所長が調印した同意書によって承認を受けている。計画書と同意書の全文は業績報告書04-59に日英両語で発表した。

予研-ABCCの長期間にわたる調査から得られるデータを定期的に解析し、発表できるのは、ひとえに継続共同研究活動によるものであって、同時にこれは、数多くの前および現専門職員の寄与によるものである。この報告書は、本文の内容ならびにデータの解析と解釈については、著者が責任をもっている。

この日英両語による報告書は、ABCCの日米専門職員の検討に引き続いて、予研所長中村敬三とABCC所長George B. Darlingが委嘱した協議会の審議を経て承認された。

CONTENTS

目 次

Introduction	緒 言	1
Survival in Relation to Distance	距離と生存率との関係	2
Mortality and Distance	死亡率と距離との関係	5
Mortality and Estimated Dose	死亡率と推計線量との関係	5
Mortality and Acute Radiation Symptoms	急性放射線症状と死亡率との関係	5
Incidence of Symptoms	症状の発現率	6
Dose - Symptom Relationship	線量と症状との関係	12
Mortality and Acute Radiation Injury	死亡率および急性放射線傷害	12
Mortality and Shielding	死亡率と遮蔽との関係	14
Mortality and Burns	死亡率と火傷との関係	15
Cause of Death	死 因	17
Summary	総 括	26
References	参考文献	27

TABLES

表

1. Age cohort mortality in 1950 and 1955 1950年および1955年の年齢別死亡率	2
2. Proportion of survivors 1950-59 by distance 距離別にみた1950-59年の間における生存率	3
3. Results of rank test on age-sex specific groups 年齢-性別群について実施した順位検定の結果	4
4. Mortality 1950-59 among survivors <1200 m by symptom category 症状の有無別にみた1200 m未満のものの1950-59年の死亡率	14
5. Mortality 1950-59 among survivors <1200 m by shielding category 遮蔽状況別にみた1200 m未満のものの1950-59年の死亡率	15
6. Mortality 1950-59 among survivors <1400 m+ in relation to burns 火傷の有無別にみた1950-59年の1400 m未満および1400 m以遠のものの死亡率	16
7. Cumulative mortality 1950-59, selected causes 特定死因別の1950-59年の累積死亡率	19

FIGURES

図

1. Mortality 1950-59 1950 - 59年の死亡率	7
2. Mortality proper plus reserve sample 正標本と予備群における死亡率	8
3. Percent with epilation 脱毛の発現率	9
4. Percent with hemorrhage 出血の発現率	10
5. Percent with oropharyngeal lesions 咽頭口腔部病変の発現率	11
6. Percent with epilation, hemorrhage, oropharyngeal lesions 脱毛, 出血および咽頭口腔部病変の比率	12
7. Mortality rate, leukemia 白血病による死亡率	23
8. Mortality rate, malignant neoplasms 悪性新生物による死亡率	24
9. Mortality rate, tuberculosis 結核による死亡率	25

REPORT 4

MORTALITY IN A-BOMB SURVIVORS BY AGE COHORTS 1950-59

第4報

原爆時年齢コーホートにおける原爆被爆生存者の死亡率 1950-59年

INTRODUCTION

The Life Span Study, conducted jointly by the Japanese National Institute of Health (JNIH) and the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC) is a major component for the integrated research program on the late effects of the ionizing radiation on the survivors of the atomic bombings at Hiroshima and Nagasaki in 1945. Details of the sampling procedures and methods of follow-up have been published¹ and are only briefly stated here. The sample includes nearly 100,000 persons whose names were found in various censuses and listings in 1950-53, and contains both survivors at all distances and others who were not in the cities at the time of the bombings (ATB). Mortality information is obtained by consulting the family rosters (*koseki**) maintained by municipal offices under the Japanese Family Registration Law. Cause of death is obtained from the Japanese Vital Statistics Schedules. Dosimetry is based on methods developed by the health physics group at Oak Ridge National Laboratory (ORNL).^{2,3}

In previous reports^{4,5} mortality rates were analyzed in terms of current age. There is however, one difficulty with such analyses when the period of study is prolonged, as it is here: That persons of different ages at the beginning of the study have their experience mixed together, and effects which happen to be present for particular initial age groups only may become lost to view. Thus, those aged 10 at the bombings were 15 in 1950 at the initial point of this study of mortality and were 25 in 1960. In an analysis by current age, the mortality rate for age 25 is a compound of the experience of those who were 25 in 1950 (or 20 ATB), and so forth up to 1960 (who were 10 ATB). Since it is not unlikely that late radiation effects on mortality may depend, even strongly, on age at irradiation, it seemed desirable to undertake an analysis which would be controlled on a *cohort* basis, that is, in terms of age ATB rather than current attained age.

緒言

寿命調査は国立予防衛生研究所(予研)と原爆傷害調査委員会(ABCC)との共同研究である。1945年に広島と長崎に投下された原子爆弾の被爆生存者に対する電離放射線による後影響を調査するために総合研究計画が立案されたが、寿命調査はこの総合研究計画の主要な部分を占めている。サンプル抽出法の詳細と死亡資料の入手法はすでに詳細に報告してあるので¹ここでは簡単に述べるにとどめる。調査対象の抽出には、1950-53年の間に実施されたいくつかの人口調査を用いて総数100,000名を抽出した。この中には爆心地から種々の距離にいた被爆者のほかに、原爆時に広島・長崎の両市にいなかった人々も含まれている。生死の別は市町村役場に保管してある戸籍簿から、また死因は人口動態調査票から調査することになっている。放射線量はOak Ridge 研究所保健物理研究者が推計したものをを用いた。^{2,3}

前報告書^{4,5}では死亡率を死亡時年齢に基づいて解析した。寿命調査のように長期間にわたる研究では、死亡時年齢に基づいて解析を行なうと、調査開始時に異なる年齢の死亡をとりまとめて解析することになるので、もし調査開始時に特定の年齢層に放射線の影響があったとしても、この影響を見のがす場合が起こる。原爆時に10歳であったものは、調査を開始した1950年には15歳であり、1960年では25歳となる。死亡時の年齢に基づく解析では、たとえば25歳の死亡率といえ、1950年に25歳であったもの(原爆時20歳)、1951年に25歳であったものというように1960年に25歳であったもの(原爆時10歳)までの死亡をまとめて問題としたものである。放射線の死亡に対する影響は放射線照射時の年齢に強く左右されると考えられているので、解析にあたっては年齢を固定した集団を追求していく方法を採用する方が望ましい。すなわち死亡時の年齢よりも原爆時年齢に基づく方がよい。

* The official family registration system is based on a permanent address (*honseki*). Changes in address and vital events must be reported to the local office of custody of the records. The record itself is the *koseki*, the office of custody is the *koseki-ka*.

The mortality rates observed within a fixed cohort may vary with time in a complicated way. Since, as time passes, the surviving members grow older, mortality rates will on that account increase, but the rate of increase is much greater at ages beyond 40 than between ages 10 and 30, when change is minimal. On the other hand, as is well known, in recent years, particularly since the end of World War II, mortality rates have declined markedly, especially because of the great reduction in infectious disease, notably tuberculosis, as a cause of death. This reduction has been particularly dramatic among young persons. Thus mortality rates have been subjected to two conflicting forces—aging and improved medical care.

These effects are illustrated in Table 1, wherein mortality rates in 1950 and 1955 are shown for cohorts of fixed age ATB. These calculations are based on the 1950 and 1955 Life Tables for Japan.^{6,7} For those below age 30 ATB, mortality in 1955 was actually less than in 1950, and the reduction in infectious disease death rates evidently more than offset increases in death rates attributable to increasing age. However, for those aged 40 or more ATB, death rates increased with the passage of time.

固定集団の死亡率を追求すると、死亡率は時間とともに複雑に変化する。すなわち時とともに被爆者自身が年をとり、そのために死亡率が高くなる。この場合、40歳以上のものの死亡率は著しく増加し、10-30歳のものの死亡率の増加は軽度である。他方、周知のとおり第2次世界大戦以後伝染病死亡率、特に結核死亡率が著しく改善され、この改善は若年者にことに著しかった。したがって2つの相反する因子、加齢と医療の改善が死亡率の動向を左右していることになる。

この2因子が死亡率に及ぼす影響を明らかにするために、1950年と1955年の生命表^{6,7}から年齢を原爆時に固定して、1950年と1955年の死亡率を計算して表1に示した。たとえば原爆時30歳以下のものでは、1955年の死亡率が1950年の死亡率より低く、伝染性疾患の死亡率の改善が加齢のための死亡率増加よりもはるかに強く影響しているものと解される。しかし原爆時に40歳以上のサンプルでは、加齢因子の方が強く作用し年とともに死亡率が漸増した。

TABLE 1 AGE COHORT MORTALITY IN 1950 AND 1955 - DEATH RATE /100,000
表1 1950年および1955年の年齢別人口100,000対死亡率

Age ATB 原爆時年齢	Male 男					Female 女				
	1950		1955		Ratio比率	1950		1955		Ratio比率
	Age年齢	Rate率	Age年齢	Rate率		Age年齢	Rate率	Age年齢	Rate率	
0-9	5-14	109	10-19	90	.8257	5-14	95	10-19	72	.7579
10-19	15-24	314	20-29	294	.9363	15-24	277	20-29	216	.7798
20-29	25-34	437	30-39	327	.7483	25-34	399	30-39	285	.7143
30-39	35-44	561	40-49	602	1.0731	35-44	495	40-49	450	.9091
40-49	45-54	1073	50-59	1415	1.3187	45-54	804	50-59	947	1.1779
50-59	55-64	2477	60-69	3563	1.3484	55-64	1690	60-69	2299	1.3604
60-69	65-74	6170	70-79	8786	1.4240	65-74	4351	70-79	6367	1.4633
70-79	75-84	13468	80-89	18416	1.3674	75-84	10945	80-89	15314	1.3992

SURVIVAL IN RELATION TO DISTANCE

Table 2 shows the proportions of survivors on 30 September 1959 for cohorts defined by 10-year age class ATB, sex, city, and distance from hypocenter. Five distance classes are employed: Those within 1400 m (most of whom had radiation doses ranging from 50 rad to several hundred rad); those 1400-1999 m (most of whom had radiation doses less than 50 rad); those 2000-2499 m; those more than 2500 m but present in one of the cities; and those not present in the cities. For the three latter

爆心地からの距離と生存率との関係

1959年9月30日における生存率を原爆時の10歳年齢階級別に性・都市・爆心地からの距離別に示すと表2のとおりになる。距離区分として1400m未満のもの(大部分のものの受けた線量は50rad以上から数百radに及ぶ)、1400-1999mのもの(多くは50rad以下)、2000-2499mのもの、2500m以遠のもの、および原爆時に両市

TABLE 2 PROPORTION OF SURVIVORS 1 OCTOBER 1950 - 30 SEPTEMBER 1959 BY DISTANCE FROM HYPOCENTER, AGE ATB, SEX, AND CITY

表2 1950年10月1日から1959年9月30日の間における生存率：爆心地からの距離・原爆時年齢・性・都市別

Age ATB 原爆時年齢	Distance 距離 m								Not-in-city 市内にいなかったもの	
	<1400		1400-1999		2000-2499		2500+		Number 数	Proportion 生存率
	Number 数	Proportion 生存率	Number 数	Proportion 生存率	Number 数	Proportion 生存率	Number 数	Proportion 生存率		
Hiroshima 広島 Male 男										
0-9	498	.97188	1330	.99173	1302	.99230	1809	.98727	736	.98820
10-19	485	.96908	1379	.98042	912	.97480	1861	.96453	699	.97365
20-29	231	.93074	447	.95525	321	.96263	669	.95964	638	.97334
30-39	391	.92070	727	.93948	493	.94523	1113	.93889	652	.95983
40-49	522	.85441	1032	.86725	735	.86395	1539	.86745	271	.89470
50-59	385	.74026	760	.75526	611	.71685	1154	.71924	92	.78830
60-69	140	.47144	390	.48461	319	.47335	525	.46476	30	.51032
70+	31	.22581	81	.28395	73	.19178	114	.33333	14	.17687
Total 計	2683	.86955	6146	.88869	4766	.87998	8784	.87829	3132	.92036
Nagasaki 長崎										
0-19	576	.96875	962	.98337	1268	.97950	1505	.97076	1423	.98384
20-39	284	.93310	376	.93351	216	.94907	654	.93119	661	.94705
40-59	255	.80392	501	.83034	459	.75817	758	.82190	690	.81884
60+	23	.39130	81	.48148	109	.38532	106	.40566	95	.41053
Total 計	1138	.91124	1920	.91251	2052	.89478	3023	.90506	2869	.91670
Hiroshima 広島 Female 女										
0-9	525	.98476	1331	.99324	1261	.99762	1851	.99514	699	.99695
10-19	787	.98348	1569	.98089	1058	.98015	2344	.97441	586	.98784
20-29	717	.97352	1405	.97650	1024	.97363	2118	.97639	607	.98706
30-39	624	.95352	1510	.96557	1174	.97275	2129	.95913	347	.97760
40-49	656	.91920	1369	.92038	1042	.90975	2021	.92429	166	.93985
50-59	346	.82975	841	.85019	663	.84331	1184	.83783	73	.82391
60-69	172	.58139	458	.61790	379	.59102	632	.63924	84	.62985
70+	42	.14286	137	.30657	140	.28571	186	.34946	31	.31087
Total 計	3869	.92533	8620	.92701	6741	.92049	12465	.92776	2593	.94292
Nagasaki 長崎										
0-19	758	.97889	742	.98213	1099	.98366	1326	.97787	1816	.98463
20-39	387	.95866	372	.96814	701	.96053	808	.96853	1079	.96754
40-59	175	.85714	155	.86775	381	.85989	637	.86711	532	.88497
60+	42	.30952	17	.44444	55	.48876	98	.39333	64	.43382
Total 計	1362	.93685	1286	.93238	2236	.91969	2869	.93353	3491	.94217

groups radiation dose is believed to have been minimal, probably under five rad at a maximum and, for most persons, less than one rad. The proportion of survivors, where necessary, was calculated by the life-table method.

The figures suggest that survival was poorer than average among those within 1400 m and was better than average among those not in the cities ATB. Statistical tests of this impression were made by ranking the survival rates within each age class. Thus, for Hiroshima males, aged 0-9 ATB, the group within 1400 m, having the lowest survival to 1959, is ranked 1 while the group 2000-2499 m is ranked 5. In Hiroshima, eight age groups were used, but in Nagasaki, because of the smaller sample size, only four age groups could be employed. There were, therefore, 16 age-sex specific rankings for Hiroshima and eight for Nagasaki. The results are shown in Table 3. It will be seen that, of the 16 age-sex groups in Hiroshima, in nine instances those within 1400 m had the poorest survival rate to 1959, and in no instance did they have the best survival. Ten χ^2 tests were made, of which three returned significant results, all in Hiroshima; those within 1400 m had significantly low ranks (high mortality) while those in the zone 1400-1999 m and those not in the city had significantly high ranks (low mortality). Average rank in Nagasaki tended to parallel that in Hiroshima but, presumably because of the smaller sample size, failed to demonstrate statistically significant differences between the distance classes.

にいなかったものを用いた。あとの3群の受けた線量はきわめて微量であって、多くても5 rad, 大部分は1 rad 以下である。生存率は生命表法を用いて計算した。

表2の数字からみると1400m未満の群の生存率が平均よりも劣っていることと、市内にいなかったものの生存率が平均よりもすぐれているような印象を受ける。各年齢階級ごとに各比較群の生存率に順位をつけ、統計的検定を行なってこの印象を確めた。たとえば原爆時に0-9歳の広島男子をみると、1959年までにおける生存率が最悪であった1400m未満の群を1とし、また生存率が最もよい2000-2499mの群を5とした。広島では8つの年齢階級を用いたが、長崎ではサンプル数が少ないので4つの年齢区分を用いることにした。結果は男女別に分けるので、広島では16組、長崎では8組の生存率の順位を比較することになる。統計的検定の結果を取りまとめて示すと表3のとおりである。広島における年齢・性別群16組の比較のうち、1400m未満の群の1959年までの生存率が最も不良であったのは9比較あり、しかもこの群で生存率が最良であった比較は1組もなかった。10の χ^2 検定を行なったが、そのうち広島について3つの検定において有意な結果を得た。すなわち、1400m未満の群の順位を現わすスコアが少なく、この群の死亡率が高いことを示し、これに反し、1400-1999mの群と市内不在群ではスコアが多く死亡率が低いことを示している。長崎でも同一の傾向を認めたが、サンプル数が少ないために距離群間のスコアに統計的に有意の差を認めなかった。

TABLE 3 RESULTS OF RANK TEST ON AGE-SEX SPECIFIC GROUPS

表3 年齢-性別群について実施した順位検定の結果

Rank 順位	Distance 距離 m				Not-in-city 市内にいなかったもの
	<1400	1400-1999	2000-2499	2500+	
Age-sex groups Hiroshima 年齢-性別群 広島					
1	9	0	2	3	2
2	4	2	6	4	0
3	2	7	1	4	2
4	1	5	5	3	2
5	0	2	2	2	10
χ^2 d.f. = 4	15.9	9.6	5.8	0.9	19.0
Test 検定	**	*	NS	NS	**
Age-sex groups Nagasaki 年齢-性別群 長崎					
1	4	0	2	2	0
2	2	1	2	3	0
3	2	1	1	2	2
4	0	3	1	1	3
5	0	3	2	0	3
χ^2 d.f. = 4	7.0	4.5	0.7	3.3	5.8
Test 検定	S	NS	NS	NS	NS

MORTALITY AND DISTANCE

From the results presented above it seems clear that mortality has been higher in survivors within 1400 m than in those at greater distances and, indeed, since it is known that mortality from leukemia has been high in this group^{4,5} the finding is not unexpected. Figure 1 presents the nine-year mortality (that is, the complement of the proportion surviving) by 200 m intervals for those within 2000 m classified by age ATB in 20-year groups, by city and sex. While, particularly for the younger ages, the data are subject to considerable sampling variability, there is a clear impression that for those aged 0-19 ATB, mortality declines with increasing distance. For those 20-39 ATB, a similar trend may exist, but there seems to be little evidence for distance-related mortality effects for those aged 40-59 or 60 and over ATB.

MORTALITY AND ESTIMATED DOSE

In Figure 2, mortality has been plotted in relation to estimated radiation dose for the four age-ATB classes, separately for Hiroshima males and females. The estimated doses are those designated T57D calculated using ORNL-supplied attenuation factors for Japanese houses and York's air dose curves.^{2,3} Limitations on these dose estimates have been previously discussed.⁵ In order to increase the amount of information available, data on the 'reserve' component of the Life Span Study sample* have been included. From Figure 2, it seems plain that among those aged 0-19 ATB mortality during the period 1950-59 is related to estimated radiation dose, in approximately linear fashion. However, there is little evidence for a relationship between dose and mortality among those aged 20 or more ATB.

These findings are consistent with the hypothesis that the young of most species are the most radiation sensitive.

MORTALITY AND ACUTE RADIATION SYMPTOMS

The symptoms of acute radiation injury observed among the Life Span Study sample members have been discussed previously.⁵ Briefly, the proportion with symptoms within 1200 m was lower in Nagasaki than in Hiroshima because much larger numbers of survivors near to the hypocenter were heavily shielded. However, the proportion with

死亡率と爆心地からの距離との関係

上記の観察から、1400 m未満群の死亡率がそれより遠距離にいたものより高率であることがわかる。この1400 m未満群には白血球死亡率が高いことがすでに報告されているので、^{4,5} この所見は必ずしも意外ではない。2000 m未満のものについて、9年間の死亡率（生存率の補数）を原爆時の年齢別の200 m間隔に、男女および広島・長崎別に示すと図1のとおりになる。特に若年者の資料ではサンプル抽出にかなりのバラツキがあるが、それにもかかわらず原爆時0-19歳の死亡率は、被爆距離が増大するとともに減少する傾向が明らかに観察できる。原爆時20-39歳のものにも同様な傾向があると思われるが、原爆時40-59歳あるいは60歳以上の年齢階級では、死亡率と距離との関係を裏づけるような証拠を認めない。

死亡率と推計線量との関係

4つの原爆時の年齢階級別に、死亡率と推計線量との関係を広島と長崎の男と女に分けて示すと図2に示すとおりである。死亡率と推計線量との間にかなり明瞭な関係を認めることができる。推計線量はOak Ridge研究所が提供した日本家屋の放射減衰係数とYorkの空中線量曲線^{2,3}を用いて計算したものであって、T57線量と呼んでいる。この線量推計には不明確な点があるので、使用にあたっては制約をうけるが、これについてはすでに報告してある。⁵ サンプル数を増すために寿命調査の予備群*も率計算の対象に含めた。図2から、原爆時0-19歳の年齢階級の1950-59年にかけての死亡率と推計放射線量の間には直線的な関係があることがわかる。しかし、原爆時20歳以上のものには線量と死亡率の間に一定の関係を認めない。

上記の観察は若年者が放射線に対して感受性が強いという、動物実験により導き出された仮説とよく一致している。

急性放射線症状と死亡率との関係

寿命調査サンプルに発現した急性放射線症状についてはすでに報告があるが、⁵ 簡単に要約すれば次のとおりである。長崎では爆心地に近い距離で被爆したものに重遮蔽者が多いので、たとえば長崎の1200 m未満のもの

* Those who had their *honseki* in Hiroshima and Nagasaki cities or adjacent areas were eligible for the proper part of the sample and have been utilized as subjects of the Life Span Study. Those who had their *honseki* outside of the specified areas, but otherwise eligible, were placed in the reserve part and are not used as subjects of the Life Span Study.

広島・長崎両市およびその隣接地域に本籍地があるものは、寿命調査正標本に適格者として抽出した。上記の地域以外に本籍地があるものは、他の条件を満たすものでも寿命調査の対象から除外したが、標本予備群として保留してある。

symptoms beyond 1200 m was consistently higher in Nagasaki than in Hiroshima. The highest incidence of symptoms was observed in the age group 20-39 ATB and the lowest among persons 60 and over. No remarkable difference was seen in incidence of symptoms between sexes.

Incidence of Symptoms The various symptoms appeared to be closely related to exposure to A-bomb radiation. The Joint Commission report⁸ considered nausea, vomiting, anorexia, epilation, hemorrhage diatheses, oropharyngeal lesions and diarrhea to be acute signs related to radiation exposure. Some of these, e.g., vomiting or diarrhea, are not specific to radiation injury. Nevertheless, these were early and significant signs in persons who received large doses of radiation. For the Life Span Study, three major symptoms, epilation, hemorrhage, and oropharyngeal lesions were coded since these were regarded as more specific to radiation injury.

Epilation Epilation is one of the specific signs of radiation injury and occurs suddenly about 17-21 days after exposure. It is reported that epilation does not occur following doses of less than 200 rad, although there is considerable individual variation.⁹ The Joint Commission report showed that 40% of 20-day survivors developed epilation. However, no data is available on the incidence of epilation in relation to age and sex.

Figure 3 shows the incidence of epilation in the Hiroshima sample in relation to estimated T57D dose. Epilation is classified in two categories: severe, and moderate and slight combined. The incidence of epilation was closely related to radiation dose but the nature of the relationship varied greatly by age group ATB and sex. The highest incidence for fixed dose occurred in age group 20-39 and the lowest in age group 60 and over. The incidence in females was apparently higher than in males.

Hemorrhage Hemorrhagic diathesis, especially purpura is considered to be one of the specific acute radiation signs. Since bleeding due to mechanical injury ATB is likely to be confused with the radiation syndrome, there is some doubt regarding the specificity of hemorrhage. However, as shown in Figure 4, the incidence of hemorrhage is a function of radiation dose and the highest incidence is observed in those aged 20-39 ATB and the lowest incidence in those aged 60 and over. Differences in incidence between the sexes are not impressive.

の症状発現率は広島より低い、1200 m以遠では症状発現率が広島より常に高率であった。また原爆時年齢が20-39歳で症状発現率が最高になり、60歳以上で最低となる。男女間の症状発現率に著明な差を認めなかった。

症状の発現率 原子爆弾の放射線を受けると種々の急性症状を発現する。合同調査委員会報告⁸は嘔気・嘔吐・食欲不振・脱毛・出血性体質・咽頭口腔部病変・下痢を放射線被曝に関連した急性徴候とみなしている。これらのあるもの、たとえば嘔吐または下痢は放射線傷害特有のものではない。それにもかかわらず、これらは多量の放射線を受けた人々に出現する早期のしかも重要な症状であった。寿命調査では、放射線傷害として最も特異的と考えられた3つの主要症状、すなわち脱毛・出血・咽頭口腔部病変を符号化することにした。

脱毛 脱毛は放射線傷害特有の症候の1つであって、被曝後約17-21日で急に発現する。かなりの個人差はあるが200 rad以下の線量では脱毛は起こらないといわれている。⁹ 合同委員会の報告には、被曝後20日間生存していたものの40%に脱毛が発現したことを記述してあるが、年齢および性別の脱毛の発現率は示していない。

T57推計線量と広島サンプルにおける脱毛の発現率との関係を示すと図3のとおりである。脱毛は強度の脱毛と中等度ないし軽度の脱毛に分類した。脱毛の発現率は放射線量と密接な関係があるが、その関係には原爆時の年齢と男女の間に著明な差があった。一定の範囲の線量では、最高の発現率が20-39歳の年齢階級に、最低の発現率は60歳以上の年齢群に観察できた。女の発現率は男よりも明らかに高率である。

出血 出血性体質、特に紫斑は特異的な急性放射線徴候の1つであるとされている。原爆時の機械的傷害による出血が放射線による出血と混同されるので、出血の放射線特異性について若干の疑問が起こる。しかし図4に示すように出血の発現率は放射線量の関数であり、最高の発現率は原爆時20-39歳の年齢階級にみられ、また最低の発現率は60歳以上の年齢階級に観察できた。男女間の発現率の差異は明瞭でない。

FIGURE 1 MORTALITY 1950-58, DEATH RATE /100,000 BY AGE ATB, SEX, CITY AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図1 人口100,000対死亡率, 1950-58年: 原爆時年齢・性・都市・爆心地からの距離別

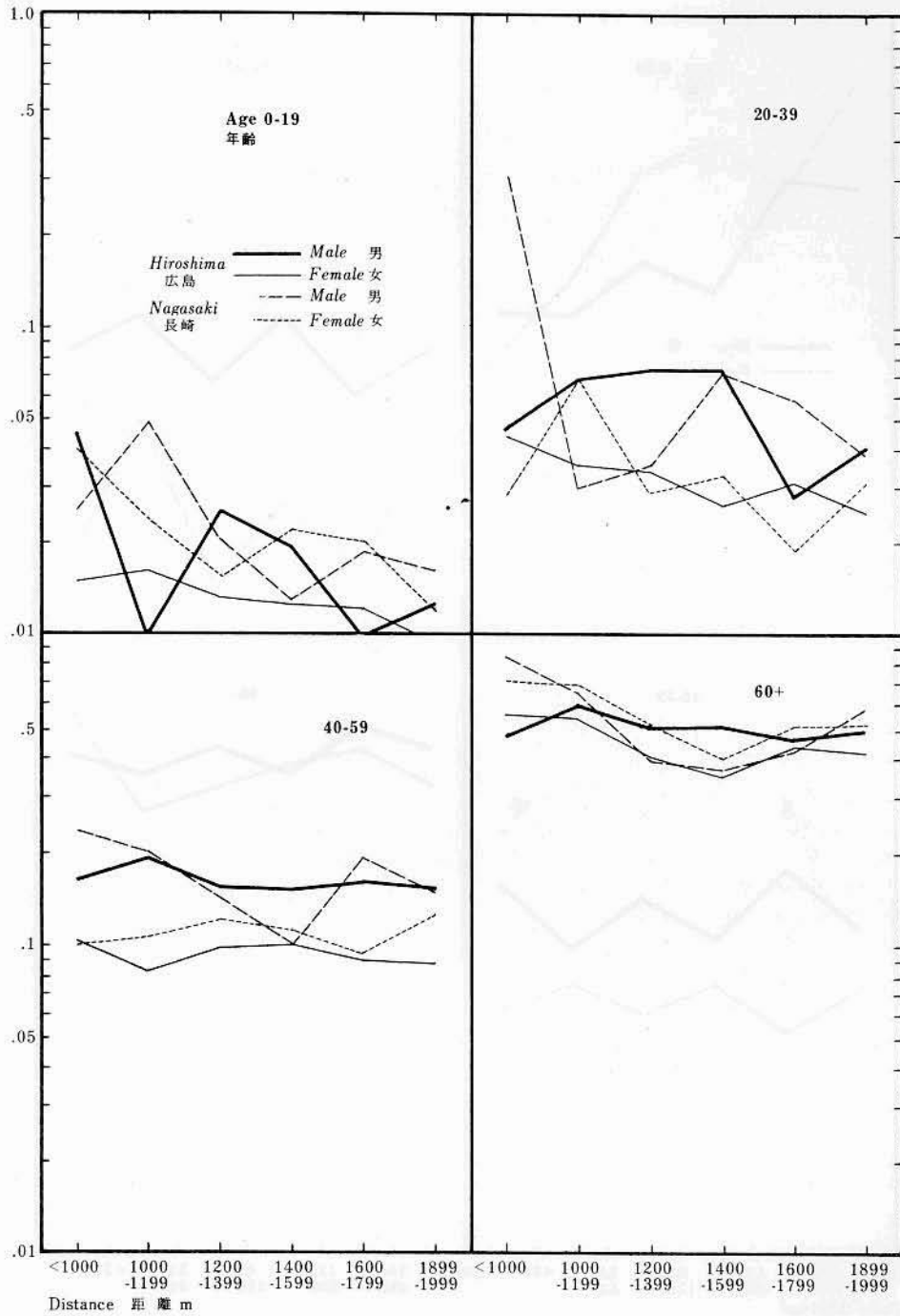


FIGURE 2 MORTALITY, PROPER PLUS RESERVE SAMPLE BY AGE SEX AND DOSE HIROSHIMA

図2 正標本と予備群における死亡率：年齢・性・放射線量別，広島

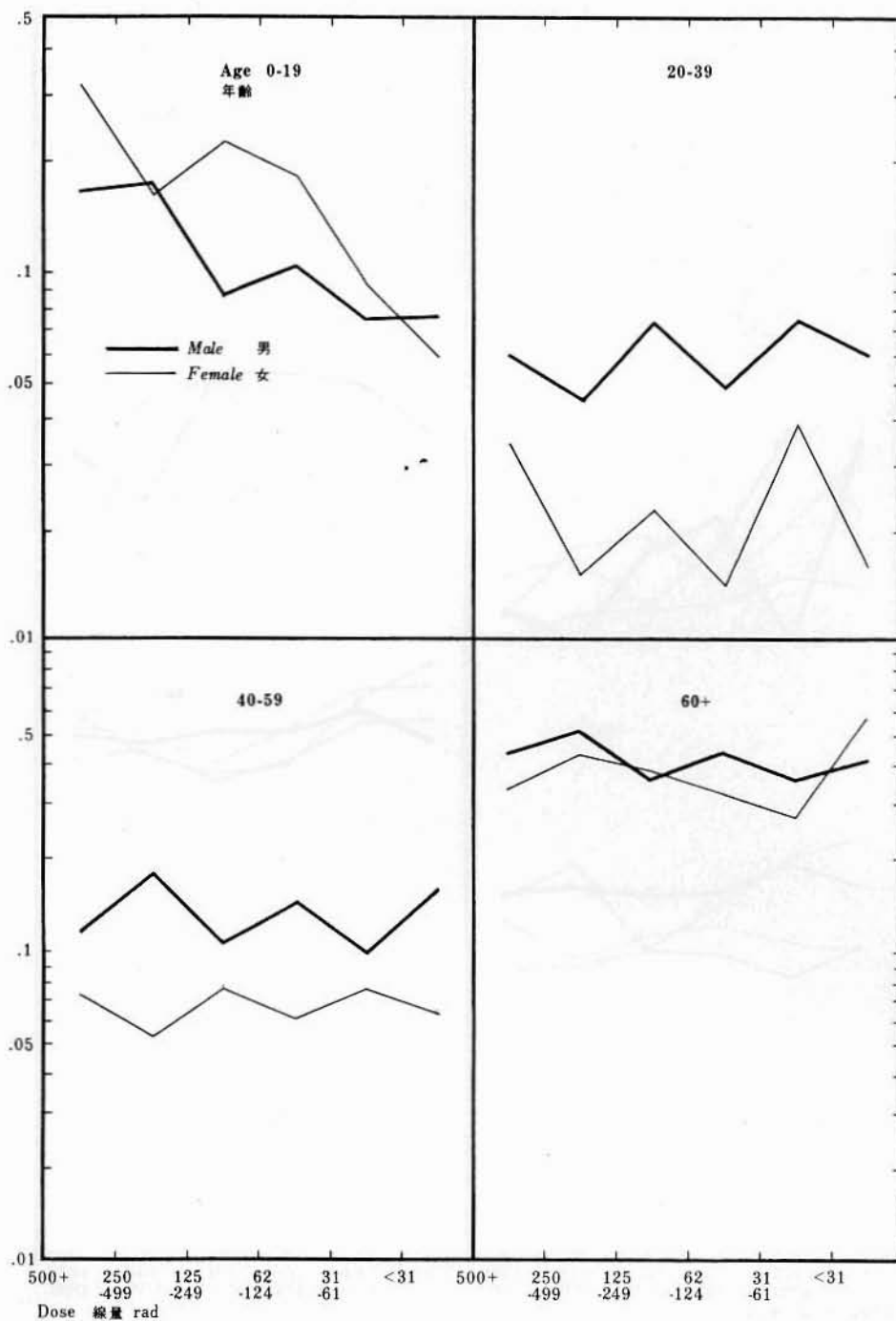


FIGURE 3 PERCENT WITH EPILATION BY AGE, SEX AND DOSE
HIROSHIMA

図3 脱毛の発現率：年齢・性・放射線量別，広島

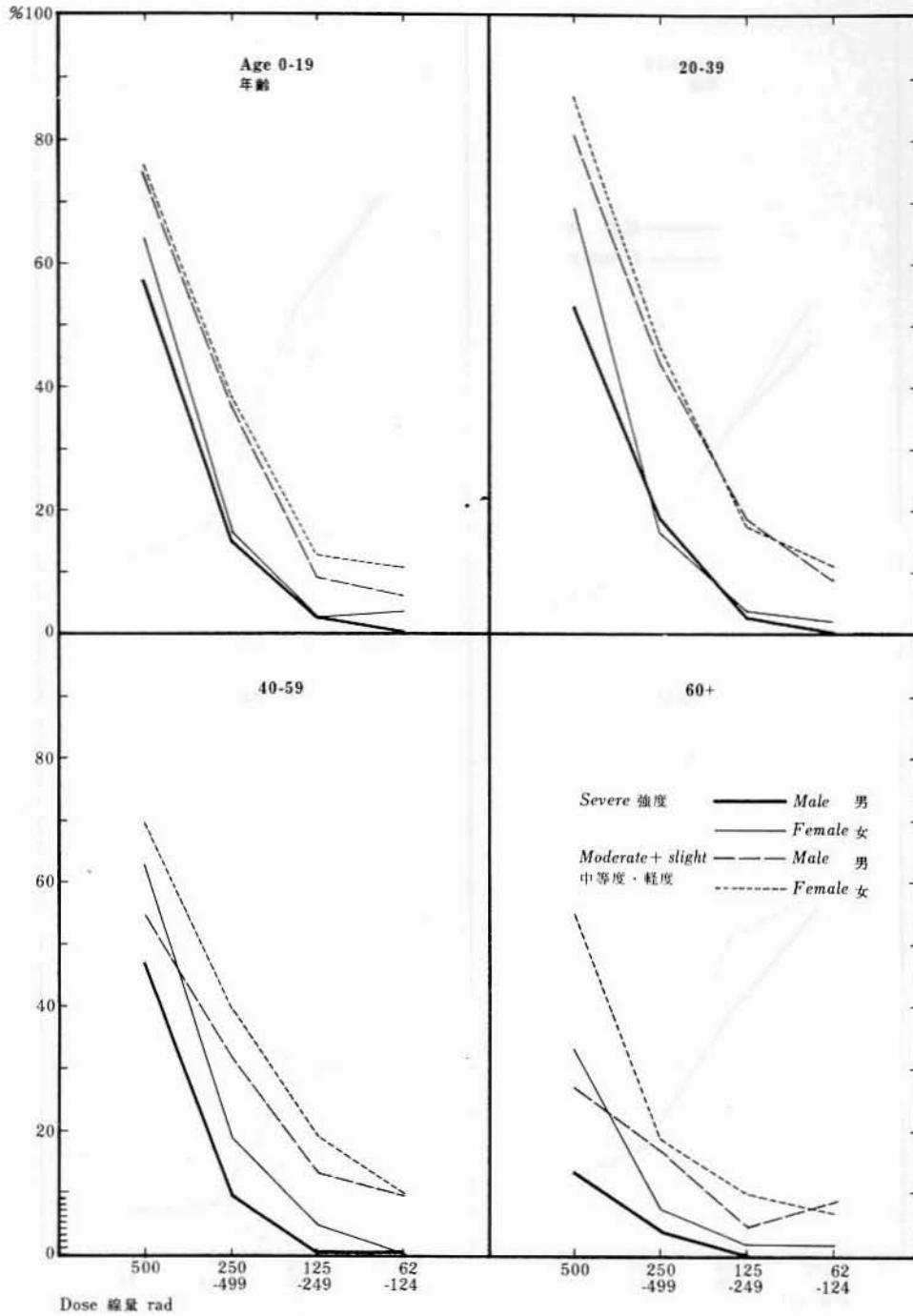


FIGURE 4 PERCENT WITH HEMORRHAGE BY AGE, SEX AND DOSE
HIROSHIMA

図4 出血の発現率：年齢・性・放射線量，広島

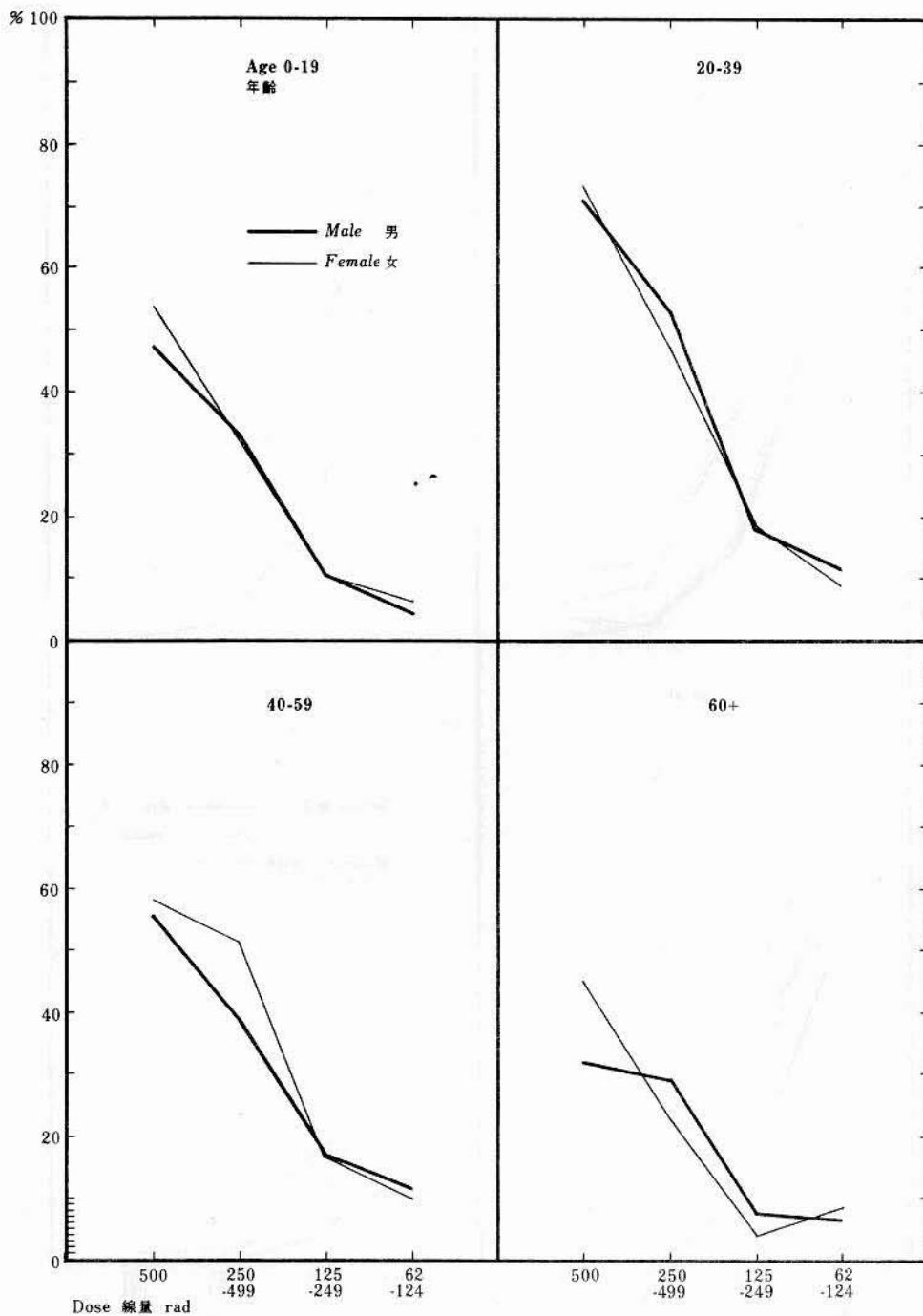
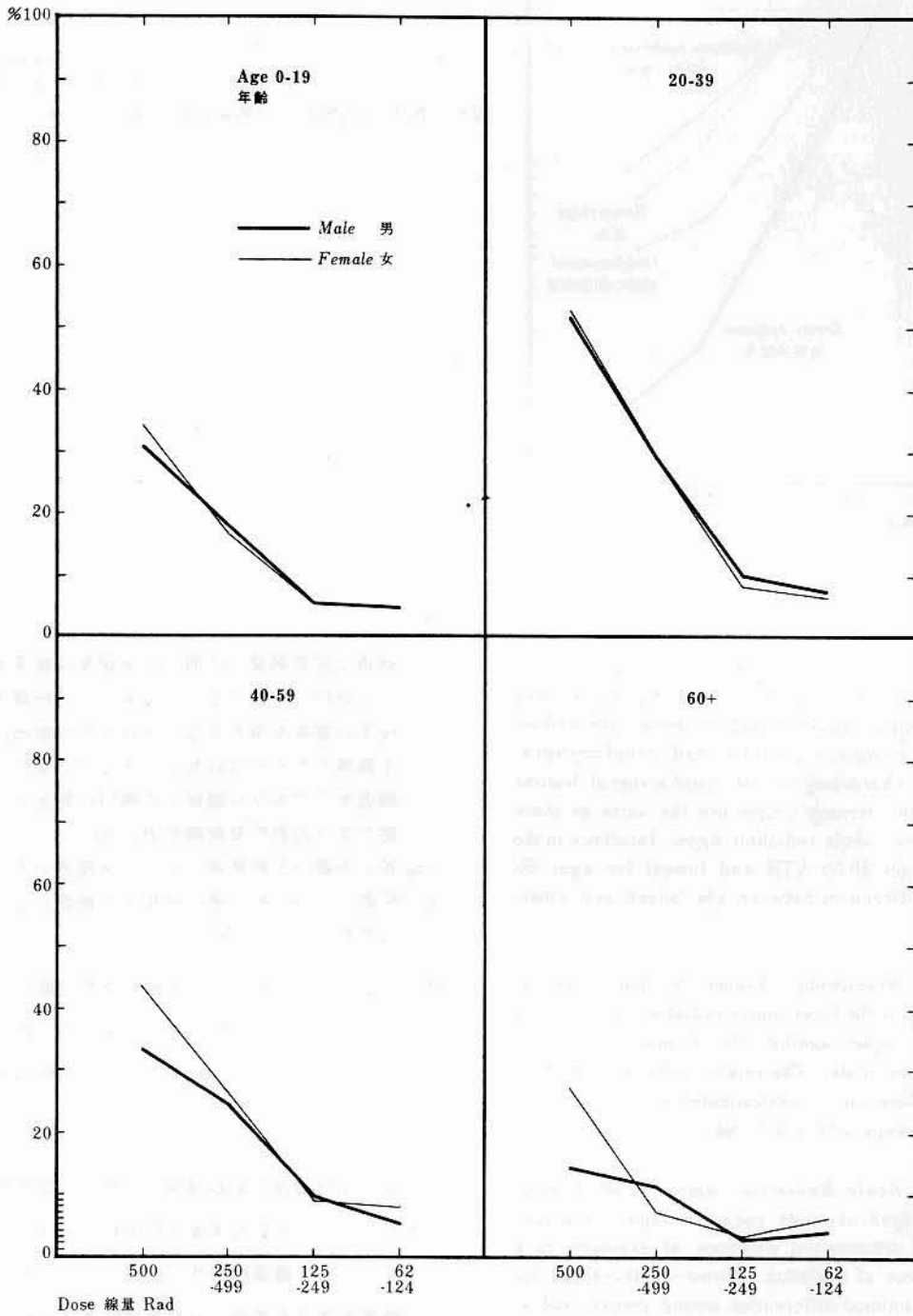


FIGURE 5 PERCENT WITH OROPHARYNGEAL LESIONS BY AGE, SEX AND DOSE
HIROSHIMA

図5 咽頭口腔部病変の発現率：年齢・性・放射線量，広島



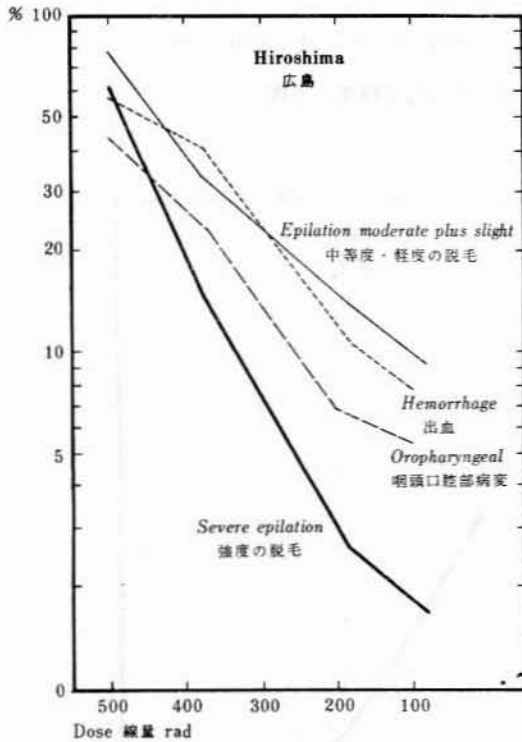


FIGURE 6 PERCENT WITH EPILATION, HEMORRHAGE, OROPHARYNGEAL LESIONS BY DOSE
 図6 脱毛、出血および咽頭口腔部病変の比率：放射線量別

Oropharyngeal Lesions Oropharyngeal lesions are usually associated with epilation and purpura. The Joint Commission reported that of those with neither epilation nor purpura, only 11% had oropharyngeal lesions. The characteristics of oropharyngeal lesions observed in the present sample are the same as those of the other two acute radiation signs. Incidence is the highest for ages 20-39 ATB and lowest for ages 60 and over. Differences between the sexes are small (Figure 5).

Dose-Symptom Relationship Figure 6 shows the incidence of each of the three major radiation signs plotted in logarithmic scale against the estimated radiation dose in arithmetic scale. The relation between symptoms and radiation dose can be approximated as a straight line over the dose range 100 to 500 rad.

Mortality and Acute Radiation Injury The development of the signs of acute radiation injury in a survivor is good presumptive evidence of exposure to a considerable dose of radiation. However, there are apparently constitutional differences among people, and at fixed dose acute injury of varying severity develops in different individuals, and sometimes is not present at all.

咽頭口腔部病変 咽頭口腔部病変は脱毛および紫斑病に随伴して起こることが多い。合同調査委員会は脱毛と紫斑を現わさない人のうちで咽頭口腔部病変を発現したものは11%にすぎないと報告した。寿命調査サンプルから観察した咽頭口腔部病変の特性は、他の2つの急性放射線症状と同じく、原爆時年齢20-39歳の年齢階級において発現率が最高であり、60歳以上の年齢階級の発現率が最低である。男女間の差異は小さい(図5)。

線量と症状との関係 推計線量を算術目盛りで、また3主要症状の発現率を対数目盛りで示すと、急性症状の発現率と線量との関係は、線量が100-500 radの範囲内では直線的である(図6)。

死亡率および急性放射線傷害 被爆者が急性放射線症状を現わしたことは相当多量の放射線を受けたことを示している。しかし線量感受性に個人的差異があるので、同一の線量を受けた場合に重篤な急性傷害を起こす人がある一方、中には症状を発現しない人もありうる。

It is clearly of great importance to determine whether differences in susceptibility to acute radiation injury reflect similar differences in susceptibility to late effects. This question can be explored in a preliminary way with regard to mortality.

The analysis was limited to those who were within 1200 m from the hypocenter ATB. The calculated air dose at 1200 m, gamma rays and neutrons combined, is 198-440 rad* in Hiroshima and 285-590 rad* in Nagasaki. Also, survivors for whom dose estimates are available and whose estimated dose is 250 rad or more in Hiroshima and 125 rad or more in Nagasaki have been selected for the analysis. The reason for the difference in dose criteria between Hiroshima and Nagasaki is the much higher incidence of symptoms in Nagasaki than in Hiroshima at the same distances reflecting the likelihood that air dose has been overestimated for Hiroshima or underestimated for Nagasaki. Because dose estimates are available for relatively few sample members, it was decided for present purposes to supplement the Life Span Study sample with the so-called Reserve Part who have their *honseki* outside of Hiroshima and Nagasaki cities and adjacent areas. By doing so, it was possible to increase the numbers located near the hypocenter by approximately 25%.

One problem that affects the calculated mortality rates among persons of known history with regard to radiation injury is that the histories were being taken during the time period (1950-59) for which mortality is being measured. In consequence, persons who died early in the period, say 1950-55, are quite likely to be of unknown history, and those of known history are selected for survival. However, there is no reason to suppose that this bias significantly affects the relative mortality as between those who asserted or denied acute symptoms when they were questioned.

Table 4 shows the relationship between symptoms and mortality for Hiroshima and Nagasaki survivors within 1200 m. Mortality is compared between those who reported symptoms and those who denied them by sex and age group ATB. The data are quite suggestive; in each of the four city-sex groups, for the two age groups less than 39 years of age ATB, mortality appears to have been higher among those who reported symptoms than among those who denied them. However, although the analysis is confined to persons who had fairly high doses of radiation, the average dose is, no doubt, higher in those with symptoms than in those without. This may produce, in the younger age groups particularly, a disproportionate incidence of leukemia in the group with symptoms, which alone may account for the observed differences.

急性放射線症状に対する感受性の大小が、後影響に対する感受性と同一であるかを検討することはきわめて重要である。症状発現と死亡率との関係を調べるとこの問題を予備的に探求することができる。

解析は原爆時に爆心地から1200 m未満にいた人々に限った。1200 mではガンマ線と中性子とを合計した空中線量の推計値は、広島198-440 rad*、長崎285-590 rad*である。また線量推計値が判明しているものについて、広島250 rad以上、長崎125 rad以上のものも解析の対象に選んだ。広島と長崎との線量基準が異なっているのは、長崎の症状発現率が広島よりもはるかに高く、すなわち広島の空中線量を過大に推計したか、あるいは長崎の線量を過少に推計したかの2つの場合が考えられるためである。線量推計値が判明している被爆者数はそれほど多くないので、今回の解析では本籍地が広島市、長崎市あるいはその隣接地域の外にある、いわゆる予備群を含めてサンプル数を多くすることにした。予備群を加えると至近距離被爆者数を約25%ほど増加することができる。

放射線症状の有無別に死亡率を計算するにあたって1つの問題が起こる。症状歴の調査は死亡率を計算しようとする期間(1950-59年)に行なったので、この期間の初め、たとえば1950-55年に死亡したものにはおそらく症状歴が不明なものが多く、症状歴が明らかなものは生存者に多い。しかしこのかたよりが、急性症状歴の質問に対して肯定したものと否定したものととの間の相対的死亡率に著しく影響していると仮定するだけの理由はない。

1200 m未満の広島および長崎の被爆者についての症状と死亡率の関係を示すと表4のとおりである。男女、原爆時の年齢階級群別に、症状ありと報告した人と症状なしと報告した人の間の死亡率の比較を行なった。資料から示唆的な所見、すなわち、原爆時39歳以下の2年齢階級では、症状を肯定したものの死亡率が症状を否定したものよりも高率であるようである。しかし、解析の対象を相当多量の放射線量を受けた人々に限定してはいるが、症状発現者の平均線量が非症状発現者のそれより疑いなく多いことに注目しなければならない。特に若年者の症状発現群に白血病死亡率が非常に高いことが上記から説明できるであろう。

* 50% confidence limits 信頼限界50%.

TABLE 4 MORTALITY 1950-59 AMONG SURVIVORS <1200 m BY SYMPTOM CATEGORY, AGE ATB, SEX, AND CITY

表4 1200 m未満のものの1950-59年の死亡率: 症状の有無・原爆時年齢・性・都市別

Sex 性	Age 年齢	Symptoms present 症状あり		Symptoms absent 症状なし	
		Number 数	Mortality 死亡率/1000	Number 数	Mortality 死亡率/1000
Hiroshima 広島					
Male 男	0-19	243	32	197	5
	20-39	189	58	88	34
	40-59	202	133	188	223
	60+	23	478	40	575
Female 女	0-19	291	17	303	9
	20-39	389	38	180	16
	40-59	233	60	136	125
	60+	28	392	38	631
Nagasaki 長崎					
Male 男	0-19	90	44	130	30
	20-39	53	132	57	35
	40-59	48	145	46	195
	60+	2	500	10	800
Female 女	0-19	129	31	162	30
	20-39	101	59	71	42
	40-59	34	147	43	46
	60+	1	-	13	615

MORTALITY AND SHIELDING

In Table 5 mortality rates are compared between the non-shielded or lightly shielded group and the heavily shielded group among those within 1200 m from the hypocenter. The non-shielded or lightly shielded group includes: those who were outside without shielding; and those who were in or behind buildings of simple structure including Japanese type houses. The heavily shielded group includes those who were shielded by hills or embankments and sustained no burns and those who were shielded by concrete buildings or were in air-raid shelters. Those who had other types of shielding, e.g., brick buildings, streetcars, etc., were excluded from analysis. Because of the relatively small numbers in each cell specific to city, age group and sex, differences in mortality rates cannot be detected unless the difference is very marked. Comparison between the two shielding groups in Table 5 reveals no statistically significant difference. However,

死亡率と遮蔽との関係

爆心地から1200 m未満の被爆者のうち、無遮蔽者を含めた軽遮蔽者と重遮蔽者との間で死亡率を比較して示すと表5のとおりである。無または軽遮蔽者は、被爆時に(1)屋外で遮蔽されていなかったものと、(2)日本家屋などの軽構造建造物の内部またはその後方に位置していたものである。重遮蔽者とは、丘陵または堤防によって遮蔽されて火傷を受けなかったもの、コンクリート建造物で遮蔽されていたもの、また防空壕内にいたものである。その他の種類の遮蔽、たとえば煉瓦造りの建造物、電車などは解析の対象から除いた。都市・年齢階級・男女別に分けると対象者の数は多くないので、変化があったとしてもその変化がきわめて大きいものでなければ発見できない。表5に示した2遮蔽群の死亡率の比較を行なっ

TABLE 5 MORTALITY 1950-59 AMONG SURVIVORS <1200 m BY SHIELDING CATEGORY, AGE ATB, SEX, AND CITY

表5 1200 m未満のものの1950-59年の死亡率: 遮蔽状況・原爆時年齢・性・都市別

Sex 性	Age 年齢	Open or light shielding 無遮蔽または軽遮蔽		Heavy shielding 重遮蔽	
		Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000	Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000
Hiroshima 広島					
Male 男	0-19	366	819	16	-
	20-39	181	6077	60	1666
	40-59	275	18545	68	11764
	60+	45	51111	9	55555
Female 女	0-19	387	1291	115	1739
	20-39	428	2570	77	5194
	40-59	321	7476	12	16666
	60+	56	51785	1	-
Nagasaki 長崎					
Male 男	0-19	84	4761	126	3968
	20-39	37	10810	69	5797
	40-59	43	23255	45	15555
	60+	5	80000	5	80000
Female 女	0-19	85	3529	196	2551
	20-39	66	7575	99	3030
	40-59	32	15625	40	5000
	60+	6	-	10	60000

with the exception of Hiroshima females, the mortality rate in all groups below age 60 ATB is higher in the non-shielded or lightly shielded group than in the heavily shielded group. The mortality rate in Hiroshima females conversely is higher, though only slightly, in the heavily shielded group than in the non-shielded or lightly shielded group.

MORTALITY AND BURNS

It has previously been shown⁵ that the presence of burns seems not to have been associated with subsequent mortality, for all age groups combined. In Table 6 data are presented for specific age groups which shows that even on an age-specific basis, differences in mortality between those with and without burns are small and unsystematic. Of 32 comparisons, in 18 instances the burned group had higher mortality and in 14 instances had lower mortality.

たが、統計学的に有意な差を観察することができなかった。しかし広島的女を除き原爆時60歳以下のすべての群では、死亡率は重遮蔽者群よりも無遮蔽または軽遮蔽者群の方が高い。これに対し、広島的女の死亡率は無遮蔽または軽遮蔽者群よりも重遮蔽者群の方がわずかに高い。

死亡率と火傷との関係

全年齢群をとりまとめた場合に火傷のあったものの死亡率が特に高い事実はないということはすでに報告した。⁵ 表6は年齢階級別に死亡率と火傷との関係を観察したものである。年齢階級別にみても火傷があったものと、火傷がなかったものとの間の死亡率の差を観察することができなかった。32組の比較のうち、火傷を受けた群の死亡率が高かったものは18組、死亡率が低かったものは14組である。

TABLE 6 MORTALITY 1950-59 AMONG SURVIVORS <1400 m AND 1400 m+ IN RELATION TO BURNS
BY AGE, ATB, SEX, AND CITY

表6 火傷の有無別にみた1950-59年の1400 m未満および1400 m以上のものの死亡率: 原爆時年齢・性・都市別

Sex 性	Age 年齢	<1400 m				1400 m+			
		Burns 火傷あり		No burns 火傷なし		Burns 火傷あり		No burns 火傷なし	
		Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000	Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000	Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000	Number 数	Mortality/ 死亡率/100,000
		Hiroshima 広島							
Male 男	0-19	166	3012	804	1990	717	2092	1953	922
	20-39	127	5511	486	5967	268	4851	882	3968
	40-59	151	15231	734	15122	397	13602	1333	13128
	60+	18	44444	140	50000	82	39024	325	42769
Female 女	0-19	220	1363	1076	1208	514	1362	2346	895
	20-39	218	3669	1110	3063	538	1859	2328	2191
	40-59	126	7936	855	7953	412	9709	1749	7147
	60+	22	31818	183	44262	69	31884	463	34773
		Nagasaki 長崎							
Male 男	0-19	117	2564	457	2625	161	1863	801	1498
	20-39	66	10606	216	3703	75	10667	301	4983
	40-59	48	8333	203	17733	101	13861	392	13010
	60+	5	60000	18	61111	16	43750	61	45902
Female 女	0-19	121	3305	630	1904	141	2128	973	1747
	20-39	69	5797	314	3184	127	2362	592	2872
	40-59	30	13333	143	9790	83	8434	343	11662
	60+	8	87500	31	48387	15	46667	92	48913

CAUSE OF DEATH

The relationship between cause of death and distance has been studied, classifying the causes of death into all natural causes, tuberculosis, leukemia, all malignant neoplasms excluding leukemia, and cardio-reno-vascular diseases (Table 7). An overly detailed classification of causes of death has been avoided because it has been shown that many specific causes of death are inaccurately reported on death certificates but that certain broad cause classes are reasonably reliable.¹⁰ Analysis of the possible effect of large doses of radiation in producing changes in the distribution of detailed causes of death is clearly important, but is beyond the reach of a study based on death certificates alone. Such analysis requires synthesis of information both from ABCC-JNIH Pathology and Adult Health studies.

While age-adjusted mortality rates are often employed in mortality analyses, and have been used in the analysis of Life Span Study data^{4,5} they do have one defect, and a compensating virtue. The defect is that the experience of persons of all ages is combined, and, mortality trends in persons of different ages ATB have been subjected to quite different forces and if radiation effects on mortality have been of importance only for, say, young persons, they may be lost to view when the experience of young and old is summed as in an age-standardized rate. On the other hand, small effects which are relatively uniform with respect to age are more likely to be detected as a result of analysis of the whole experience rather than by examination of five age groups each containing but few deaths. Since no reason exists for becoming committed either to the position that effects will be confined to particular age classes or that effects will be small but uniform by age, it seems appropriate to employ various methods in different analyses. For the present, therefore, cumulative mortality by age ATB is employed. The group not present in the city ATB was excluded from the analysis because of analytic complications; since many were not brought under observation until 1951 or 1953, cumulative mortality to 1959 would not be comparable with that of the survivors drawn from the 1950 census.

Age Group 0-19 ATB A very high rate of mortality from leukemia is clearly observed among the survivors within 1400 m (Table 7). If deaths from leukemia be excluded from total deaths, no difference remains between rates for the subsample within 1400 m and those for survivors at greater distances. Therefore, it can be concluded that the excessive mortality previously observed in the age group under 20 years ATB was largely attributable to leukemia. Mortality from all causes excluding leukemia is shown:

死 因

死因として全病死, 結核, 白血病, 白血病以外の悪性新生物, 心臓・腎臓・血管系の疾患を選び出し, これらの死因と爆心地からの距離との関係を検討した(表7). 死亡診断書に記載してある個々の死亡の中には, 医学的に必ずしも正確ではないが, 死因を細分しないで大まかな分類を用いるとかなりの信頼性があることが報告されているので, 死因を詳細に分類することを避けた.¹⁰ 大量の放射線を受けた集団の細分した死因の分布に変化が生ずるかを解析することは明らかに重要であるが, 死亡診断書のみに基づいた検討ではこの種の究明は不可能である. 解析にはABCC-予研の病理学的調査および成人健康調査からの知見を総合する必要がある.

一般に死亡を解析する場合には訂正死亡率を用いることが多く, 寿命調査の解析にも訂正死亡率を用いている.^{4,5} 訂正死亡率には長所がある一方欠点もある. その欠点とは, あらゆる人々の体験が総合されてしまうことで, 原爆時に異なる年齢の人はそれぞれ異なる因子を受け, 死亡率の年次推移も全く異なっている. もし死亡率に対する放射線の影響が, たとえば若年者のみに重大であったとすると, 年齢標準化死亡率は高年齢者と若年者の経験を合わせて示すので, 若年者の放射線影響を見のがすおそれが起こる. 他方, 年齢に関連してかなり均一の小さな影響を検討する場合には, 5年齢階級に分けて各年齢階級に含まれる少ない死亡者数を調べるよりも, むしろ全年齢を合わせた解析の方がよくまた鋭敏でもあろう. 影響が特定の年齢区分に限定されているとか, または影響が年齢別では小さいけれども均一であるという見解のいずれにも縛られる理由はないから, 解析にはいろいろの方法を用いるべきである. したがって本報告では原爆時の年齢別に累積死亡率を求めることにした. 原爆時市内にいなかった群は, 解析上に困難があったので除くことにした. すなわち, この人々の多くは1951年または1953年になって初めて観察の対象となったため, この群の1959年までの累積死亡率は1950年国勢調査から抽出された被爆者の累積死亡率と比較できないためである.

原爆時年齢 0-19歳 1400 m未満の被爆者に白血病死亡率が非常に高いことが明らかに観察できる(表7). もし総死亡者数から白血病死亡者数を除くと, 1400 m未満のサンプルと遠距離に位置していた被爆者のサンプルとの間に死亡率の差がなくなる. したがって前述した原爆時年齢20歳未満群の高い死亡率は, 主として白血病に起因したものであるとすることができる. 白血病を除く全死因による死亡率を示すと次表のとおりである.

Sex 性	City 都市	<1400 m		1400-9999 m	
		Deaths 死亡数	Cumulative mortality/ 累積死亡率/1000	Deaths 死亡数	Cumulative mortality/ 累積死亡率/1000
Male 男	Hiroshima 広島	22	22	180	19
	Nagasaki 長崎	13	23	97	22
Female 女	Hiroshima 広島	16	12	147	14
	Nagasaki 長崎	14	19	96	19

Age Group 20-39 ATB In this age group, too, mortality from leukemia is higher in those within 1400 m (Table 7). Although not statistically significant, a difference is noted in the rates from all causes excluding leukemia between those within 1400 m and those at 1400-9999 m, especially for Hiroshima males as shown in the following tabulation. Therefore, the high mortality rates within 1400 m are not, in this age group, almost wholly attributable to leukemia as in the 0-19 age group. Hiroshima males within 1400 m have a significantly higher rate of mortality from tuberculosis, as compared with those at 1400-9999 m. A similar difference is observed among Hiroshima females and Nagasaki males and females. No excess mortality from malignant neoplasms excluding leukemia was seen among the subsample within 1400 m.

原爆時年齢20-39歳 この年齢階級においても1400m未満群の白血病死亡率が最も高い(表7)。下表に示すように、統計学的には有意ではないが、広島の子の1400m未満のサンプルと1400-1999mのサンプルの白血病を除いた死亡率に差があり、この年齢階級では0-19歳の年齢階級の場合とは異なって、1400m未満のサンプルの高率の死亡率は、すべてが白血病に起因するものではない。1400m未満の広島の子では結核死亡率が1400-9999mサンプルより有意に高い。広島の子、および長崎の男女にも同様に結核死亡率の差異を認める。白血病以外の悪性新生物による死亡率が、1400m未満のサンプルに特に高いという事実は認めることができなかった。

Sex 性	City 都市	<1400 m		1400-9999 m	
		Deaths 死亡数	Cumulative mortality/ 累積死亡率/1000	Deaths 死亡数	Cumulative mortality/ 累積死亡率/1000
Male 男	Hiroshima 広島	42	68	239	54
	Nagasaki 長崎	18	63	99	65
Female 女	Hiroshima 広島	44	33	323	30
	Nagasaki 長崎	16	41	107	35

Age Group 40-59 ATB High leukemia mortality rates in the subsample within 1400 m are conspicuous in this age group also. Further, the tuberculosis mortality rate in Hiroshima males is significantly high. The mortality rate from malignant neoplasms excluding leukemia in Hiroshima females located within 1400 m is significantly higher than that in survivors at greater distances. However, this is not true for Hiroshima males or Nagasaki males or females.

原爆時年齢40-59歳 この年齢群においても1400m未満のサンプルの白血病死亡率が高いことが認められる。さらに広島の子では結核死亡率が有意に高く、また1400m未満の広島の子における白血病以外の悪性新生物死亡率が遠距離のものより有意に高い。しかし広島の子と長崎の男女には高率の悪性新生物死亡率は観察できない。

Age Group 60 and Over ATB No remarkable findings are observed in this age group. The small size of the sample makes detection of any but quite large effects difficult.

原爆時年齢60歳以上 この年齢群では著明な知見を認めない。サンプル数が少ないので大きな影響があった場合は別として放射線の影響の発見が困難である。

TABLE 7 CUMULATIVE MORTALITY 1950-59, SELECTED CAUSES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER, AGE, SEX, AND CITY

表7 特定死因別の1950-59年の累積死亡率: 距離群・年齢・性・都市別

Diagnoses 診断	Sex 性	City 都市	Distance 距離 m						Total 計			
			<1400		1400-1999		2000-2499		2500+			
			Number 数	Mortality/ 10,000 死亡率	Number 数	Mortality/ 10,000 死亡率	Number 数	Mortality/ 10,000 死亡率	Number 数	Mortality/ 10,000 死亡率		
Age 年齢 0-19												
All causes 全死因	M	H	29	295	38	140	33	149	89	243	189	197
	N	H	18	313	16	166	26	205	44	292	104	241
	F	H	21	160	39	134	24	103	69	164	153	143
	N	H	16	211	20	179	22	163	41	221	99	195
Natural causes 全病死	M	H	17	173	22	81	19	86	43	117	101	105
	N	H	16	278	14	146	19	150	26	173	75	174
	F	H	17	130	25	86	18	78	58	138	118	110
	N	H	13	172	18	161	19	141	29	157	79	156
Tuberculosis 結核	M	H	1	10	7	26	9	41	10	27	27	28
	N	H	7	122	6	62	10	79	13	86	36	84
	F	H	2	15	10	34	11	47	20	48	43	40
	N	H	2	26	9	80	8	59	12	65	31	61
Leukemia 白血病	M	H	7	71	1	4	0	0	1	3	9	9
	N	H	5	87	1	10	0	0	1	7	7	16
	F	H	5	38	0	0	0	0	1	2	6	6
	N	H	2	26	1	9	0	0	0	0	3	6
Malignant neoplasms 悪性新生物	M	H	0	0	0	0	1	5	0	0	1	1
	N	H	0	0	1	10	1	8	0	0	2	5
	F	H	1	8	2	7	0	0	5	12	8	7
	N	H	2	26	0	0	0	0	0	0	2	4
Cardio-reno-vascular disease 心臓・腎臓・血管疾患	M	H	4	41	2	7	1	5	9	25	16	17
	N	H	0	0	0	0	2	16	1	7	3	7
	F	H	1	8	3	10	1	4	9	21	14	13
	N	H	2	26	5	45	3	22	3	16	13	26
Other その他	M	H	5	51	12	44	8	36	23	63	48	50
	N	H	4	69	6	62	6	47	11	73	27	63
	F	H	8	61	10	34	6	26	23	55	47	44
	N	H	5	66	4	36	8	59	13	70	30	59

H. Hiroshima 広島 M. Male 男 N. Nagasaki 長崎 F. Female 女

TABLE 7 表7

Diagnoses 診断	Sex 性	City 都市	Distance 距離 m										Total 計		
			<1400		1400-1999		2000-2499		2500 +		Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	
			Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000					
Age 年齢 20-39															
All causes 全死因	M	H	47	756	64	545	39	479	95	533	245	558			
	N	N	19	669	25	665	11	509	45	688	100	654			
	F	H	48	358	85	292	59	288	137	323	329	307			
	N	N	16	413	23	319	33	395	35	315	107	350			
Natural causes 全病死	M	H	42	675	55	468	35	430	73	410	205	467			
	N	N	16	563	22	585	8	370	40	612	86	562			
	F	H	45	336	79	271	55	250	133	313	312	292			
	N	N	15	388	23	319	31	371	33	297	102	334			
Tuberculosis 結核	M	H	13	209	23	196	11	135	21	118	68	155			
	N	N	6	211	11	293	0	-	12	183	29	190			
	F	H	12	89	21	72	16	73	29	68	78	73			
	N	N	4	103	7	97	5	60	10	90	26	85			
Leukemia 白血病	M	H	5	80	0	-	0	-	1	6	6	14			
	N	N	1	35	0	-	0	-	0	-	1	7			
	F	H	4	30	1	3	0	-	1	2	6	6			
	N	N	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-			
Malignant neoplasms 悪性新生物	M	H	5	80	6	51	6	74	6	34	23	52			
	N	N	1	35	2	53	2	93	1	15	6	39			
	F	H	12	89	18	62	19	86	32	75	81	76			
	N	N	2	52	1	14	9	108	6	54	18	59			
Cardio-reno-vascular disease 心臓・腎臓・血管疾患	M	H	7	113	13	111	8	98	14	79	42	96			
	N	N	3	106	3	80	2	93	9	138	17	111			
	F	H	7	52	16	55	6	27	28	66	57	53			
	N	N	3	78	7	97	5	60	6	54	21	69			
Other その他	M	H	12	193	13	111	10	123	31	174	66	150			
	N	N	5	176	6	160	4	185	18	275	33	216			
	F	H	10	75	23	79	14	64	43	101	90	84			
	N	N	6	155	8	111	12	144	11	99	37	121			

TABLE 7 表7

Diagnoses 診断	Sex 性	City 都市	Distance 距離 m					Total 計				
			<1400		1400-1999		2000-2499		2500+			
			Number 数	Mortality 死亡率/10,000	Number 数	Mortality 死亡率/10,000	Number 数		Mortality 死亡率/10,000	Number 数	Mortality 死亡率/10,000	
Age 年齢 40-59												
All causes 全死因	M	H	176	1940	323	1802	273	2028	528	1961	1300	1929
		N	50	1961	85	1697	111	2418	135	1781	381	1931
	F	H	112	1118	235	1063	198	1161	345	1076	890	1096
		N	25	1429	57	1323	102	1401	80	1329	264	1364
Natural causes 全病死	M	H	166	1830	303	1691	251	1865	484	1797	1204	1787
		N	49	1922	81	1617	104	2266	132	1741	366	1855
	F	H	108	1078	226	1023	192	1126	334	1042	860	1059
		N	25	1429	56	1299	98	1346	80	1329	259	1338
Tuberculosis 結核	M	H	24	265	31	173	17	126	38	141	110	163
		N	8	314	10	200	20	436	19	251	57	289
	F	H	5	50	19	86	18	106	21	66	63	78
		N	1	57	3	70	13	179	6	100	23	119
Leukemia 白血病	M	H	3	33	3	17	1	7	3	11	10	15
		N	3	118	0	-	1	22	0	-	4	20
	F	H	5	50	0	-	2	12	3	9	10	12
		N	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Malignant neoplasms 悪性新生物	M	H	37	408	75	419	75	557	118	438	305	453
		N	10	392	15	299	17	370	23	303	65	329
	F	H	39	389	53	240	45	264	74	231	211	260
		N	5	286	12	278	25	343	13	216	55	284
Cardiovascular disease 心臓・腎臓・血管疾患	M	H	61	673	110	614	85	632	177	657	433	643
		N	15	588	30	599	30	654	49	646	124	628
	F	H	27	269	87	394	74	434	126	393	314	387
		N	8	457	15	348	39	536	35	581	97	501
Other その他	M	H	41	452	84	469	73	542	148	550	346	514
		N	13	510	26	519	36	784	41	541	116	588
	F	H	32	319	67	303	53	311	110	343	262	323
		N	11	629	26	603	21	288	26	432	84	434

TABLE 7 表7

Diagnoses 診断	Sex 性	City 都市	Distance 距離 m									
			<1400		1400-1999		2000-2499		2500+		Total 計	
			Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000	Number 数	Mortality 死亡率 / 10,000
All causes 全死因	M	H	97	5706	255	5472	222	5751	354	5592	928	5607
			14	6087	42	5185	68	6239	63	5943	187	5862
Natural causes 全病死	F	H	106	5000	251	4454	239	4761	341	4236	947	4499
			29	6905	57	5481	87	5000	87	5959	260	5579
Tuberculosis 結核	M	H	96	5647	247	5300	217	5622	342	5403	902	5450
			14	6087	42	5185	66	6055	61	5755	183	5737
Leukemia 白血病	F	H	104	4906	259	4420	233	4641	333	4137	929	4413
			28	6667	56	5385	84	4828	85	5822	253	5429
Malignant neoplasms 悪性新生物	M	H	4	235	6	129	6	155	3	47	19	115
			0	-	1	123	2	183	2	189	5	157
Cardio-reno-vascular disease 心臓・腎臓・血管疾患	F	H	0	-	4	68	4	80	2	25	10	48
			0	-	2	192	3	172	0	-	5	107
Other その他	M	H	1	59	1	21	0	-	1	16	3	18
			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Total	F	H	1	47	0	0	0	-	0	-	1	5
			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Malignant neoplasms 悪性新生物	M	H	13	765	32	687	29	751	42	664	116	701
			1	435	3	370	6	550	5	472	15	470
Cardio-reno-vascular disease 心臓・腎臓・血管疾患	F	H	14	660	24	410	18	359	35	435	91	432
			4	952	4	385	12	690	5	342	25	536
Other その他	M	H	30	1765	87	1867	78	2021	141	2227	336	2030
			6	2609	15	1852	21	1927	24	2264	66	2069
Total	F	H	47	2217	103	1758	90	1793	136	1689	376	1786
			9	2143	23	2212	27	1552	32	2192	91	1953
Other その他	M	H	49	2882	120	2575	104	2694	155	2449	428	2586
			7	3043	23	2840	37	3394	30	2830	97	3041
Total	F	H	42	1981	128	2184	121	2410	160	1988	451	2143
			15	3571	27	2596	42	2414	48	3288	132	2833

In summary, as pointed out previously⁴ the leukemia mortality rate is very high in the subsample within 1400 m. This is the main reason for the high total mortality in this group particularly in those who were under 20 years of age ATB. Figure 7 shows the leukemia mortality rates by age group for Hiroshima and Nagasaki combined, separately for the group within 1400 m and the 1400-1999 m group. It is to be noted that leukemia mortality rates among the subsample within 1400 m vary little by age group and that the rates are consistently higher in males than in females. Among Hiroshima females 40-49 years old ATB the mortality rate from malignant neoplasms excluding leukemia is significantly high for those within 1400 m, but differences of the same magnitude, even if not significant, are present in other age groups also (Figure 8). However, since this difference is apparently not present for Hiroshima males or Nagasaki males or females, it cannot be concluded that it is attributable to radiation. On the other hand, neither can it be concluded that it is not due to radiation. For the subsample within 1400 m, the tuberculosis mortality rate is significantly high in age groups 20-39 and 40-59 in Hiroshima males (Figure 9). For Nagasaki males, too, the tuberculosis mortality rate is higher within 1400 m than in the 1400-1999 m group but not significantly. Excessive mortality from tuberculosis for females is not observed in those within 1400 m either in Hiroshima or Nagasaki. These differences may result from socio-environmental factors, which, being non-radiation specific and moreover a function of distance, act differently on males and females.

要約すれば、前報告書⁴に記述してあるように1400 m未満のサンプルの白血病死亡率がきわめて高い。これが1400 m未満サンプル、特に原爆時20歳以下のもので死亡率が高い大きな原因である。図7に広島および長崎を合計して1400 m未満群と1400-1999 m群のサンプルの年齢階級別白血病死亡率を示した。1400 m未満のサンプルの白血病死亡率が、年齢による増減が少なく一貫して女よりも男が高率であることを認めた。広島的女では白血病以外の悪性新生物死亡率が原爆時40-49歳の1400 m未満のサンプルに有意に高率であり、またその他の年齢階級でも、たとえ有意ではないにしても同様な傾向を認めた(図8)。しかしこの傾向は広島的男または長崎の男女では観察できなかったのでこの高率の悪性新生物死亡率は放射線によるものであると結論づけるわけにはいかない。しかし放射線によるものではないと結論づけることもできない。また1400 m未満のサンプルについては、結核死亡率が広島男の20-39歳および40-59歳群の男に有意に高い(図9)。長崎の男でも結核死亡率が1400-1999 m群におけるよりも1400 m未満の群の方が有意ではないが高い。広島、長崎とも1400 m未満の女の結核死亡率が特に高率であることは証明できない。これらの差異は放射線には無関係で、しかも距離の関数であって、男女別に作用する社会環境的因子によるものと考えられる。

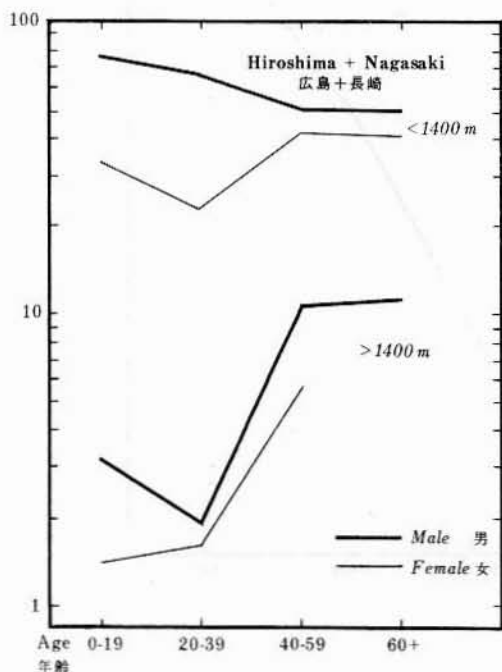


FIGURE 7 MORTALITY RATE, LEUKEMIA BY SEX, AGE, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図7 白血病による死亡率：性・年齢・爆心地からの距離別

FIGURE 8 MORTALITY RATE, MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA BY CITY, SEX, AGE AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図8 白血病以外の悪性新生物による死亡率：都市・性・年齢・爆心地からの距離別

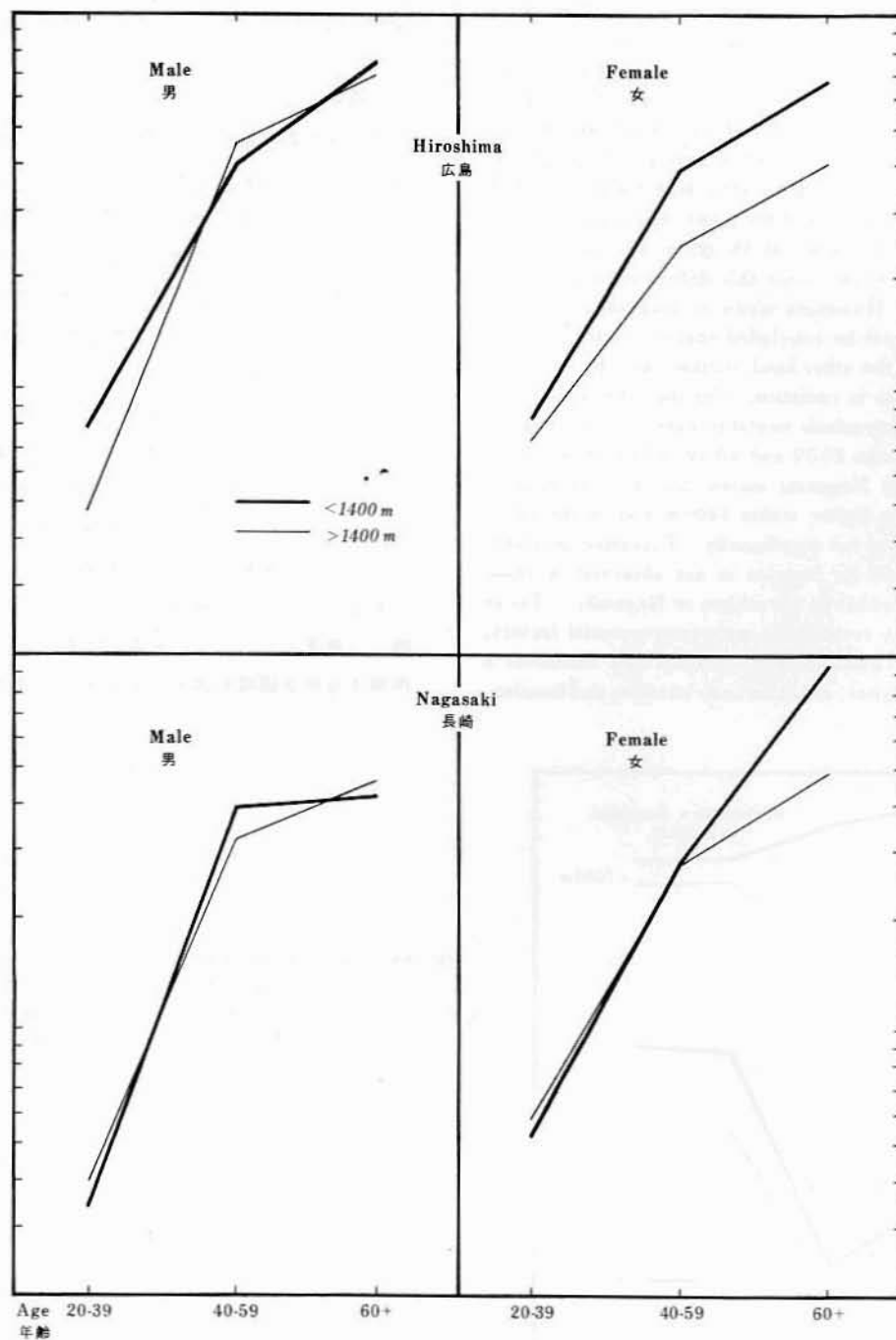
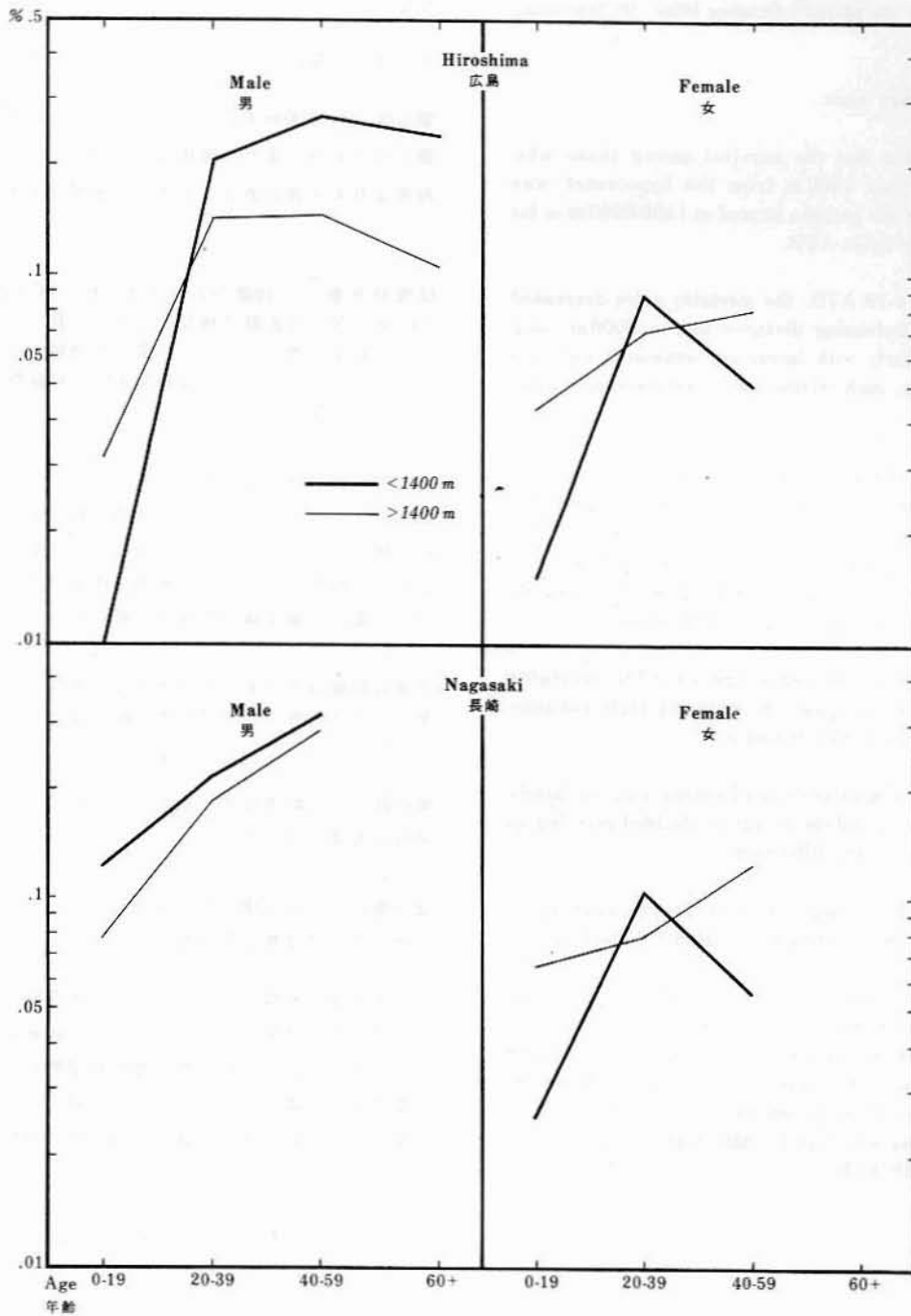


FIGURE 9 MORTALITY RATE, TUBERCULOSIS BY CITY, SEX, AGE AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図9 結核による死亡率：都市・性・年齢・爆心地からの距離別



SUMMARY

The mortality experience of a cohort of approximately 100,000 persons selected from survivors of the Hiroshima and Nagasaki atomic bombings and a comparison of persons who were not in the cities at the time of bombing (ATB) was studied for the period 1 October 1950 - 30 September 1959.

The main findings were:

There is evidence that the survival among those who were located within 1400 m from the hypocenter was lower than that for persons located at 1400-9999 m or for those not in the cities ATB.

For age group 0-19 ATB, the mortality rates decreased regularly with increasing distance out to 2000 m, and increased regularly with increasing estimated radiation dose. However, such relations were not observed in other age groups.

The incidence of signs of acute radiation injury was studied in detail by city, sex, and three major symptoms - epilation, hemorrhage and oropharyngeal lesions. The incidence of symptoms increased markedly with increase of dose. The highest incidence for fixed dose was observed in the 20-39 age groups in both sexes.

Among those who were under age 40 ATB, mortality rates were higher in those who reported acute radiation injury than in those who denied it.

A comparison of mortality rates between non- or lightly shielded survivors and those heavily shielded revealed no statistically significant difference.

No difference in mortality was seen between those reporting and those not reporting burns from the bombing.

As to causes of death, leukemia mortality was very high at all ages among the survivors within 1400 m. In the same group, the mortality rate from malignant neoplasms excluding leukemia was significantly high in Hiroshima females aged 40-59 ATB and tuberculosis mortality in Hiroshima males was significantly high in age groups 20-39 and 40-59 ATB.

総 括

広島と長崎の原子爆弾被爆者および原爆時両市にいなかった人々から抽出した約 100,000 名のコーホートについて、1950年10月1日から1959年9月30日までの死亡率を追求した。

主な知見を要約すると次に示すとおりである。

爆心地から1400 m未満の群の生存率は、1400-9999 mの間にいたもの、または原爆時市内にいなかったものの生存率よりも不良であることを示す証拠がある。

原爆時年齢0-19歳のものでは、死亡率は爆心地から2000 m以内では距離の増加とともに一貫して減少し、推計放射線量の増加とともに一貫して増加することが観察できた。しかしこのような知見を他の年齢群で観察することはできなかった。

急性放射線症状の発現率を都市・性ならびに3つのおもな症状、すなわち脱毛・出血・咽頭口腔部病変に分けて詳細な検討を行なった。症状の発現率は線量の増加とともに著しく増加する。一定の範囲の線量では、男女ともに20-39歳の年齢階級の発現率が最も高い。

原爆時40歳以下であった人々では、急性放射線症状を発現した人々の死亡率が症状を発現しなかった人々より高かった。

無遮蔽または軽遮蔽者と重遮蔽者の死亡率の間では統計学的に有意の差を認めない。

原子爆弾による火傷ありとするものと、なしとするものの死亡率には差異を認めない。

1400 m未満の被爆者ではすべての年齢階級をとおして白血病死亡率が非常に高率であった。1400 m未満のものについてみると、白血病以外の悪性新生物による死亡率が原爆時40-59歳の広島の女に有意に高く、また原爆時の年齢が20-39歳と40-59歳の広島の男の結核死亡率が有意に高い。

REFERENCES

参考文献

1. ISHIDA M, BEEBE GW: Research plan for joint NIH-ABCC study of life span of A-bomb survivors. ABCC TR 04-59
(国立予防衛生研究所とABCCとが共同で実施する原爆被爆者寿命に関する研究企画書)
2. RITCHIE RM, HURST GS: Penetration of weapons radiation: Application to the Hiroshima-Nagasaki study. Health Physics 1:390-404, 1959
(核兵器放射線の透過性 - 広島・長崎調査への応用)
3. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. New Eng J Med 263:488-93, 1960
(広島および長崎被爆生存者に関する放射線量測定)
4. JABLON S, ISHIDA M, BEEBE GW: JNIIH-ABCC Life Span Study Hiroshima and Nagasaki. Report 2. Mortality in Selection I and II. October 1950-September 1959. ABCC TR 01-63
(予研 - ABCC 寿命調査, 広島および長崎 第2報, 第1, 第2抽出群における死亡率, 1950年10月 - 1959年9月)
5. JABLON S, ISHIDA M, YAMASAKI M: JNIIH-ABCC Life Span Study Hiroshima and Nagasaki. Report 3. Mortality from October 1950-September 1960. ABCC TR 15-63
(予研 - ABCC 寿命調査, 1950年10月 - 1960年9月の死亡率)
6. Ministry of Health and Welfare, Japan: The 9th Life Tables, 1956
(第9回生命表, 1956年)
7. Ministry of Health and Welfare, Japan: The 10th Life Tables, 1960
(第10回生命表, 1960年)
8. OUGHTERSON AW, WARREN S: Medical Effects of the Atomic Bomb in Japan. New York, McGraw-Hill, 1958
(日本における原子爆弾の医学的影響)
9. BRUCER M: The acute radiation symptom. USAEC ORINS-MR 59
(急性放射線症状)
10. ANGEVINE MD, JABLON S, MATSUMOTO YS: ABCC-JNIIH Pathology Studies Hiroshima and Nagasaki. Report 1. October 1950-September 1962. ABCC TR 14-63
(ABCC - 予研病理学的研究, 広島・長崎 第1報, 1950年10月 - 1962年9月)