

JNIH-ABCC LIFE SPAN STUDY HIROSHIMA AND NAGASAKI

予研 - ABCC 寿命調査 広島・長崎

REPORT 3

MORTALITY

OCTOBER 1950 - SEPTEMBER 1960

第 3 報

1950年10月 - 1960年9月の死亡率

SEYMOUR JABLON, M.A.

MORIHIRO ISHIDA, M.D. 石田保広

MITSURU YAMASAKI, B.S. 山崎 満



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 groups, 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 の日米専門職員、顧問、諮問機関ならびに政府および民間の関係諸団体の要求に応ずるための日英両語による公式報告記録であって、業績報告書集は決して通例の誌上発表論文に代わるものではない。

JNIH-ABCC LIFE SPAN STUDY HIROSHIMA AND NAGASAKI
予研 - ABCC 寿命調査 広島・長崎

REPORT 3
MORTALITY
OCTOBER 1950 - SEPTEMBER 1960

第 3 報
1950年10月 - 1960年9月の死亡率

SEYMOR JABLON, M.A.¹
MORIHIRO ISHIDA, M.D.^{1,2} 石田保広
MITSURU YAMASAKI, B.S.¹ 山崎 満

Department of Statistics,¹ and Japanese National Institute of Health²
統計部,¹ および国立予防衛生研究所²



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A 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

List of Tables and Figures	<i>Page</i>	<i>i</i>
挿入図表一覧表.....		
Introduction		
はしがき.....		1
Data Presented in this Report		
本報告に用いた資料.....		2
Description of the Sample		
サンプルの特性.....		2
Analysis and Discussion		
解析および考察.....		11
Distance from Hypocenter		
爆心地からの距離.....		13
Calendar Time		
年次.....		25
Estimated Radiation Dose		
推計放射線量.....		30
Acute Radiation Injury		
急性放射線症.....		35
Burns		
火傷.....		35
Mortality in Relation to Location ATB		
原爆時の場所と死亡率.....		37
Summary		
まとめ.....		42
References		
参考文献.....		43

TABLES AND FIGURES

挿入図表一覧表

Table 1	JNIH-ABCC life span study sample	
	子研 - ABCC 寿命調査標本数	Page 3
2	Deaths by death certificate underlying cause	
	死亡診断書原死因別死亡数	12
3	Deaths and death rates by 10 year age groups	
	10才年齢階級別死亡数および死亡率	13
4	Person-years and average age at observation by distance from hypocenter	
	爆心地からの距離別人年数および観察時平均年齢	14
5	Age standardized death ratios in relation to distance	
	距離別年齢標準化死亡比	16
6	Deaths, all natural causes by distance	
	距離別全病死死亡数	18
7	Deaths, all causes by distance	
	距離別全死因死亡数	22
8	Deaths, malignant neoplasms of digestive organs, peritoneum, and uterus by distance	
	消化器・腹膜を含む子宮の悪性新生物による死亡数：距離別	23
9	Deaths, all causes by biennium and distance	
	全死因死亡数：2年間隔・距離別	26
10	Deaths, malignant neoplasms by biennium and distance	
	悪性新生物による死亡数：2年間隔・距離別	29
11	Deaths, all causes by T 57 Dose	
	T 57線量別全死因死亡数	31
12	Comparison of average log of T 57 Dose	
	T 57線量平均対数線量の比較	32
13	Summary of comparisons of average log of T 57 Dose	
	T 57線量平均対数線量比較の概要	34
14	Deaths, all causes by acute radiation injury and distance	
	全死因死亡数：急性放射線症・距離別	36
15	Deaths, all causes by burns and distance	
	全死因死亡数：火傷の有無・距離別	36

16	Deaths, by area of location ATB - Hiroshima 原爆時の所在地区別死亡数・広島	Page 40
17	Deaths, by area of location ATB - Nagasaki 原爆時の所在地区別死亡数-長崎	41
18	Study sample by age, sex, and distance - Hiroshima 調査標本数：年齢・性・距離別-広島	44
19	Study sample by age, sex, and distance - Nagasaki 調査標本数：年齢・性・距離別-長崎	45
20	Study sample by age, sex, and distance - Hiroshima + Nagasaki 調査標本数：年齢・性・距離別-広島+長崎	46
Figure 1 Pattern for reporting mortality data		
	死亡資料の概要	3
2	History of foreign residence by age, sex, and location 外地居住歴：年齢・性・場所別	4
3	Shielding categories by sex, city, and distance from hypocenter 遮蔽区分：性・都市・爆心地からの距離別	5
4	T 57 Dose estimates by city and distance T 57推計線量：都市・距離別	6
5	Burns by city and distance 火傷：都市・距離別	6
6	Acute radiation injury by city and distance 急性放射線症：都市・距離別	7
7	Acute radiation injury by T 57 Dose and city 急性放射線症：T 57線量・都市別	9
8	Acute radiation injury by T 57 Dose, age, and city 急性放射線症：T 57線量・年齢・都市別	10
9	Age standardized death ratios by biennium and distance 年齢標準化死亡比：2年間隔・距離別	27
10	Age standardized death ratios by area of location - Hiroshima 所在地区別年齢標準化死亡比-広島	38
11	Age standardized death ratios by area of location - Nagasaki 所在地区別年齢標準化死亡比-長崎	39

REPORT 3
MORTALITY OCTOBER 1950 - SEPTEMBER 1960

第3報
1950年10月-1960年9月の死亡率

INTRODUCTION

The Life Span Study¹ is a basic component of the program of studies of the survivors of the Nagasaki and Hiroshima atomic bombs conducted jointly by the Japanese National Institute of Health (JNIH) and the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC). Details of the sampling procedures and methods of followup have been reported previously^{2,3} and are briefly mentioned here. The sample consists of nearly 100,000 persons drawn from various censuses and listings, notably the 1950 Japanese National Census. All eligible persons located 0-2499 m from the hypocenter at the time of the bombings (ATB) and who were on the listings are included in the sample. Eligible persons more distally located and not in the cities ATB were sampled at random to provide comparison groups age and sex matched to those 0-1999 m ATB. Each sample member has been interviewed to ascertain eligibility and obtain details of exposure.

Mortality information is obtained from the family registers (*koseki*) maintained by Japanese municipal offices and causes of death are obtained from Japanese Vital Statistics Death Schedules. Tests have shown that these sources provide information for more than 99% of deaths.² Cause of death as given on the schedule is coded according to the WHO International Statistical Classification of Diseases, Injuries, and Causes of Death (ISC).⁴

The radiation dose of survivors is estimated by methods developed by the Health Physics Division, Oak Ridge National Laboratory (ORNL).^{5,6} Dose estimates can be made only for persons in certain standard shielding situations (fortunately, the majority are included) but the program to create

はしがき

寿命調査¹は現在厚生省国立予防衛生研究所(予研)と原爆傷害調査委員会(ABCC)が共同に実施している研究であって、長崎および広島原子爆弾被爆者を対象とした一連の研究の主要部分をしめている。研究対象の抽出と調査対象の生死の調査方法は既報^{2,3}に詳しく説明してあるので詳細な説明はさけることにした。約100,000名の調査対象を各種の人口調査と名簿、特に1950年に実施した国勢調査の付帯票からえらび出した。原爆時に爆心地から0-2499mの地域で被爆したもので、上記の名簿にその氏名が記載されている該当者は全員サンプルに含めることにした。つぎに調査のための必要条件を備えた者の中から比較群すなわち遠距離で被爆した者、ならびに市内にいなかになかった者を無作為に抽出した。この場合年齢および性別構成は0-1999mの地域の被爆者と同じになるようにしてある。また各サンプルの構成員について野外面接調査を実施して調査に必要な条件を満足しているか確かめ、また詳細な被爆歴を明らかにした。

死亡は市役所保管の戸籍簿から知ることができる。死因は人口動態死亡票を用いた。これらの資料源から死亡者の99%以上の資料を入手できることがわかっている。² 死亡票記載の死因の記号化にはWHOの国際疾病傷害死因統計分類を用いた。⁴

Oak Ridge National Laboratory 保健物理学部^{5,6}の立案による方法を用いて被爆者が受けた放射線量を推計した。一定の基準の遮蔽下において被爆した者(幸い大多数がこれに該当している)だけについて線量推計が可能である。この線量推計の計画は爆心地か

estimates for all persons 0-1999 m from the hypocenter is still far from complete. Gamma and first collision neutron doses are estimated separately. The thousands of completed dose estimates provide evidence that for persons in the open or in wooden houses, the logarithm of total dose (adding the gamma and neutron doses, 1:1) is almost linearly related to distance from the hypocenter, decreasing from values around 500 rad at 1000 m to about 10 rad at 2000 m.³

DATA PRESENTED IN THIS REPORT

The whole sample of nearly 100,000 persons was successively accumulated in 3 groups, designated Selections I, II, and III.^{2,3} Report 1 of this series² covered mortality data through September 1958 on Selection I, about 20,000 persons. In Report 2, data through September 1959 was added for Selection II, about 70,000 persons, and all data were analysed jointly.³ For the present report, the data have been increased: Mortality data for Selection III, 9222 persons, through September 1960 has been included; for 2/3 of Selection I, the period October 1958 - September 1960 has been added to the observation base, and for 1/3 of Selection II the year October 1959 - September 1960 has been added (Fig. 1). With completion of the selection, the entire sample has been divided into 3 equal portions. Each year mortality data are brought up to date for 1 of these portions. In addition to the mortality data presented, certain characteristics of the study population are described.

DESCRIPTION OF THE SAMPLE

Age and Distance. Table 1 shows the age composition of the sample by sex for each city and for the cities combined (Tables 18-20 show the same data in greater detail). In the age range 20-39 ATB males are notably deficient in both city samples since few of the residents in military service were present ATB. Persons not present ATB, and the sample located 2500+m, were matched by age and sex to the group 0-1999 m.¹ Hence for all groups, males have the same abnormal age distribution.

ら 0-1999 m の距離で被爆した者全員について行なうが現在なお完成にほど遠い。ガンマー線と1次衝突の中性子の線量をわけて推計を行なった。これまでに数千件について線量を推計したが、この結果、屋外または木造家屋内被爆者の受けた総線量(ガンマー線と中性子の線量を1対1の割合で加算)の対数と被爆距離との関係がほぼ線型であることがわかった。すなわち1000 m では約500 radであった線量が2000 m では約10 radに減少する。

本報告に用いた資料

100,000名に近い全サンプルを、第I次、第II次、第III次抽出群と称する3群に分けて選出した。^{2,3} 寿命調査報告書のうち第1報²は第I次抽出群に属する。約20,000人の調査客体から1958年9月までに報告された死亡を取り扱っている。第2報では第II次抽出群の約70,000人の客体についての1959年9月までに報告された死亡を第I次抽出群に加えこれを一括して解析を行なった。³ 本報告では調査対象はさらに増した。すなわち上記の資料に第III次抽出群の9222名で1960年9月までに観察した死亡、第I次抽出群の1/3の1958年10月から1960年9月までに観察した死亡、第II次抽出群の1/3の1959年10月から1960年9月までの1か年間に観察した死亡を解析の対象に加えることにした(図1)。サンプル抽出が完成したので今後は全サンプルを3等分して毎年その一部について最新の資料を集めることができるようにしたい。本報告では死亡の解析結果を報告するほかに調査対象の若干の特性を検討することにした。

サンプルの特性

年齢と距離. 広島・長崎別に、あるいは両市を合わせてサンプルの性別年齢構成を示すと表1の通りである(付表18-20に同じ資料を詳細に示してある)。両市のサンプルとも原爆時の年齢階級が20-39才の男が著しく少ない。これは軍務のため原爆時市内にいたものが少なかったと解する。原爆時に市内にいなかった者からなるサンプルは年齢および性の構成を2500 m以遠の被爆者サンプルの場合と同じく、0-1999 mの被爆者群と同じになるように集めた。従って上記の年齢の異常な分布は、全比較群の男にみられる。

FIGURE 1 PATTERN FOR REPORTING MORTALITY DATA

図1 死亡資料の概要

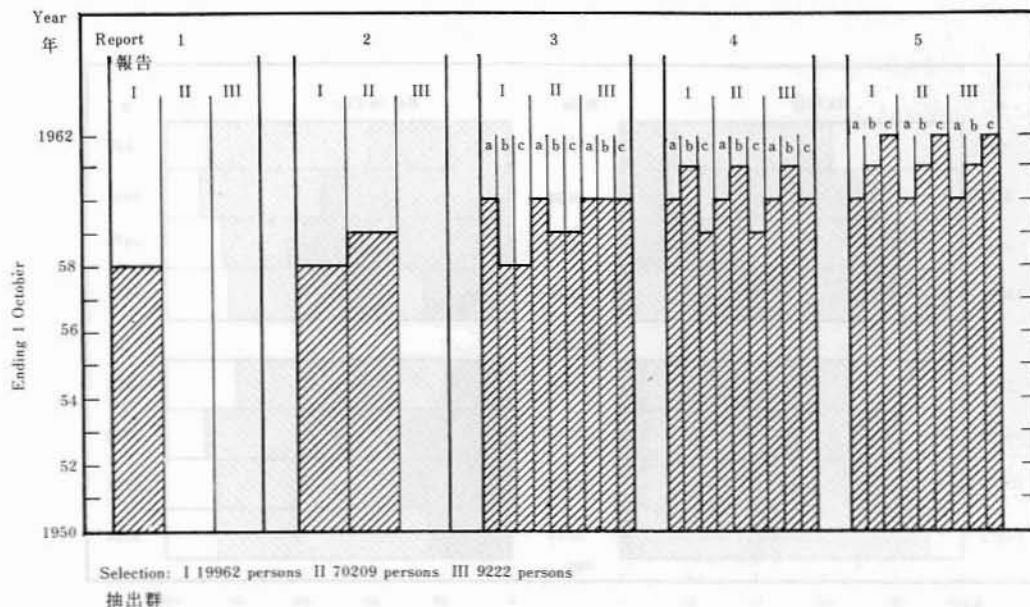
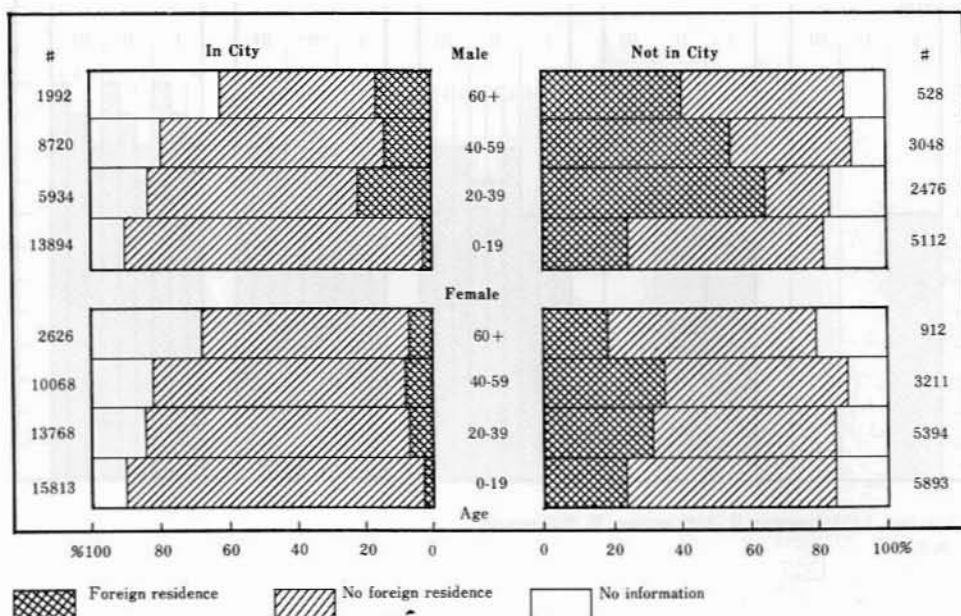


TABLE 1 NIH-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE BY CITY, SEX, AGE AT TIME OF BOMB, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表1 国立予防衛生研究所—ABCC寿命調査標本数, 都市別, 性別, 原爆時年齢別, 爆心地からの距離別

Age 年齢	Distance 距離 (m)									
	Male 男					Female 女				
	Total 計	<2000	2000-2499	2500+	Not in City 市内不在	Total 計	<2000	2000-2499	2500+	Not in City 市内不在
Hiroshima 広島										
Total 計	30697	8836	4773	8794	8294	43655	12503	6748	12474	11930
0-19	13269	3694	2216	3672	3672	14934	4218	2321	4197	4198
20-39	6219	1799	819	1784	1817	14994	4258	2199	4253	4284
40-59	9104	2701	1346	2700	2357	10804	3217	1710	3205	2672
60+	2105	642	392	638	433	2923	810	518	819	776
Nagasaki 長崎										
Total 計	11007	3059	2053	3025	2870	14030	3744	3089	3717	3480
0-19	5737	1538	1268	1506	1425	6772	1877	1347	1853	1695
20-39	2191	661	217	654	659	4168	1110	836	1112	1110
40-59	2664	756	458	759	691	2475	606	728	602	539
60+	415	104	110	106	95	615	151	178	150	136
Hiroshima + Nagasaki 広島, 長崎合計										
Total 計	41704	11895	6826	11819	11164	57685	16247	9837	16191	15410
0-19	19006	5232	3484	5178	5112	21706	6095	3668	6050	5893
20-39	8410	2460	1036	2438	2476	19162	5368	3035	5365	5394
40-59	11768	3457	1804	3459	3048	13279	3823	2438	3807	3211
60+	2520	746	502	744	528	3538	961	696	969	912

HISTORY OF FOREIGN RESIDENCE, PERCENTAGE, BY SEX, AGE AND LOCATION ATB
HIROSHIMA + NAGASAKI

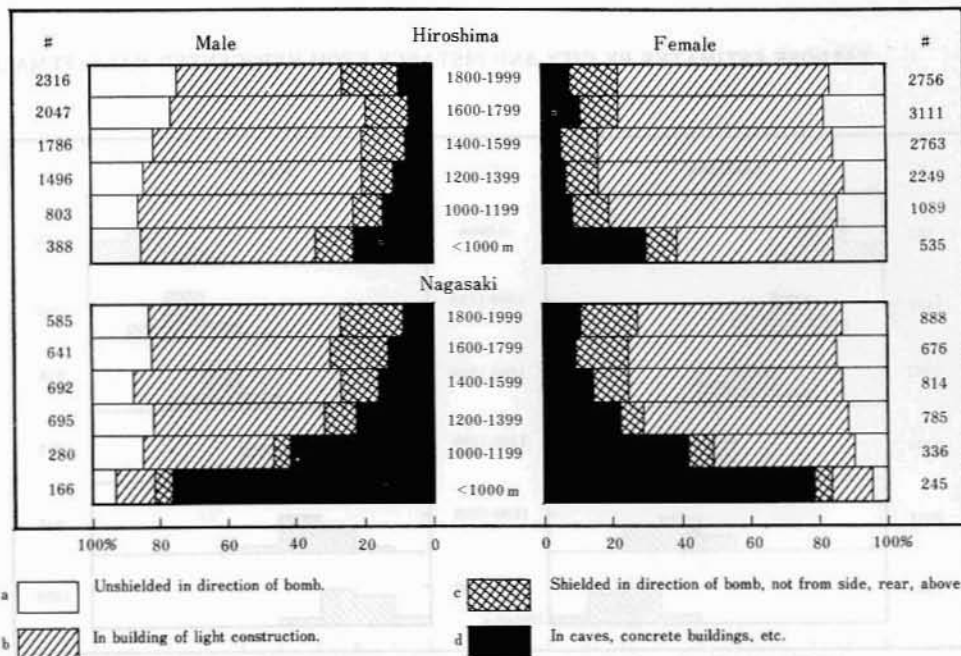


Foreign Residence. The survivors and those not present ATB differ markedly in histories of foreign residence before the bombing (Fig. 2) not only because many males not present ATB were in military service, but because many civilians repatriated from Korea, China, and Southeast Asia settled in Hiroshima and Nagasaki after the war. Although more marked for males, the difference characterizes females also, and is very great in age range 20-59.

Shielding. The survivors in Hiroshima and Nagasaki differ as to shielding situation, especially at the closer distances. Many Nagasaki survivors 0-1199 m from the hypocenter were rather heavily shielded (Fig. 3). Within each city small differences are seen between males and females, but the intercity differences are much greater. As shown in Figure 3, the amount of shielding increases from Group a to Group d. Flash burns would be expected for persons in Groups a and b, but not in c and d; the difference between the cities principally results from much wider use of air raid shelters in Nagasaki. In Hiroshima, only 63 survivors 0-1999 m were in air raid shelters, while 693 were in shelters in Nagasaki - in a survivor population only 50% that of Hiroshima.

外地居住. 被爆者の原爆以前の外地居住歴は原爆時に市内にいなかった者と著しく異なっている(図2)。その理由として、原爆時に市内にいなかった男の多くは軍務に服していたという事実だけでなく、戦後朝鮮、中国および南方アジア方面から引揚げてきた多数の民間人が広島と長崎に定住したことがあげられる。居住歴の差は男の方が著しいが女も同様の傾向があり、特に20-59才の年齢層に著しい。

遮蔽. 広島と長崎の被爆者の遮蔽歴の間には、差異があり特に近距離被爆者に著しい。長崎の爆心地から0-1199mの距離にいた被爆者には重遮蔽下にあった者が極めて多い(図3)。都市別には男女間の差は僅かであるが、両市の間の遮蔽状況の差は非常に大きい。図3に示す通り、遮蔽の程度はAグループからBグループにうつるにしたがって増している。熱傷は当然AグループおよびBグループに属する人については予想できるが、CグループおよびDグループでは予想できない。両市間に見られる差の大部分は、長崎では広島より防空壕を利用したものが多かったという事実から生じたと解する。広島では0-1999mの被爆者で防空壕内にあった者は僅か63名に過ぎないが、長崎では生存者数が広島の50%に過ぎないのに693名に及んでいる。



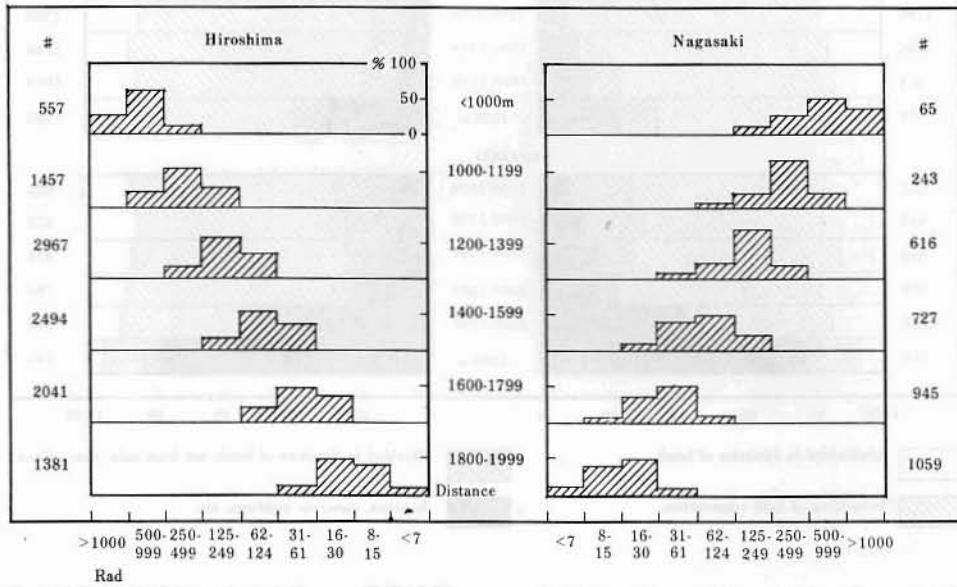
Radiation Dose. In both cities, the relation between estimated radiation dose and distance is rather close (Fig. 4). The specific method of calculation used to date was designated T57Dose by ORNL. The T57Dose estimates are asserted to have a probable error of a factor of 2. The uncertainty derives in large part from uncertainty as to the actual yields of the weapons as well as from imprecise knowledge of the *exact* location based on interview of survivors. Errors in the air dose curves would not interfere with the utility of the T57Dose estimates as indexes of relative risk among the survivors in 1 city, but would drastically affect comparisons between Hiroshima and Nagasaki. Newer and more reliable dose estimates may become available in the future, but for the present, the T57Dose estimates must be used.

Burns. Flash and fire burns are not distinguished here because almost all reports were for flash burns. The frequency of burns does not decrease with distance until at least 1800 m in Nagasaki and 2000 m in Hiroshima. In both cities frequency is maximal at intermediate distances because nearer the hypocenters shielding was almost a prerequisite to survival.

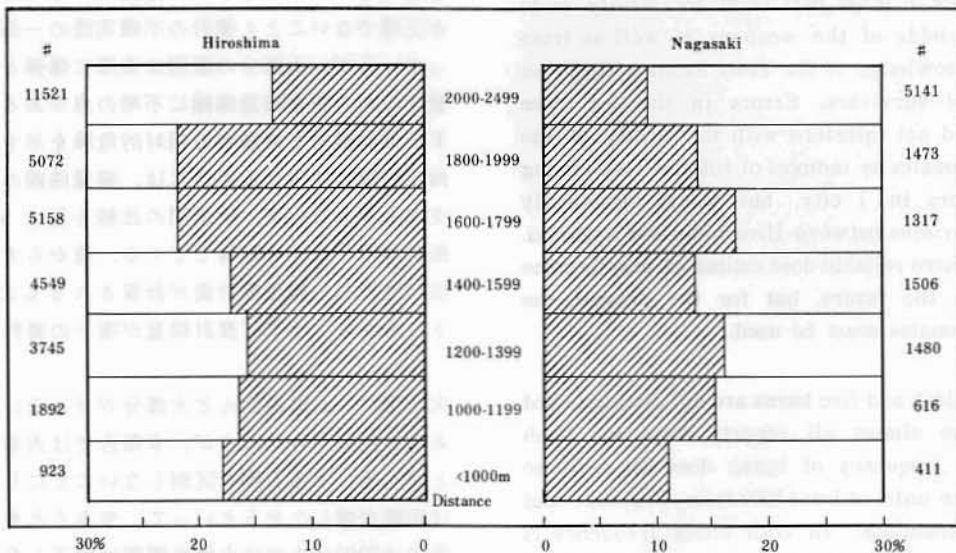
照射線量. 両市ともに推計放射線量と距離の間はかなり密接な関係を認める(図4)。今日まで採用してきた線量計算法はOak Ridge National Laboratory T57線量推計法と呼んでいるものである。T57推計値を使用する場合にはプラス・マイナスの2方向の推計誤差を考慮しなければならない。面接から知り得た被爆位置が正確でないことも推計の不確実性の一部の原因となっているが、大部分の原因は実際に爆弾から発した線量すなわち空中線量曲線に不明の点があることによる。T57推計線量を被爆者の相対的危険を示す指数として両市別個に使用する場合には、線量曲線の誤差は別に支障とならないが、両市間の比較を行なう場合には、推計誤差が大きく影響してくる。遠からず更に新しい信用度の高い線量推計値が計算されるものと思うが、さしあたってはT57推計線量が唯一の資料である。

火傷. 火傷の殆んど大部分がせん光による火傷であると記録されてあるが、本報告では火事による火傷とせん光による火傷を区別しないことにした。長崎では距離が増したからといって、少なくとも1800m、広島では2000mまでは火傷の頻度は低下しない。両市ともに最高の頻度は中間の距離にみられる。至近距離では遮蔽が生存の前提条件となっているためと考える。

T57 DOSE ESTIMATES BY CITY AND DISTANCE FROM HYPOCENTER MALE+FEMALE



PERCENTAGE WITH BURNS BY CITY AND DISTANCE FROM HYPOCENTER



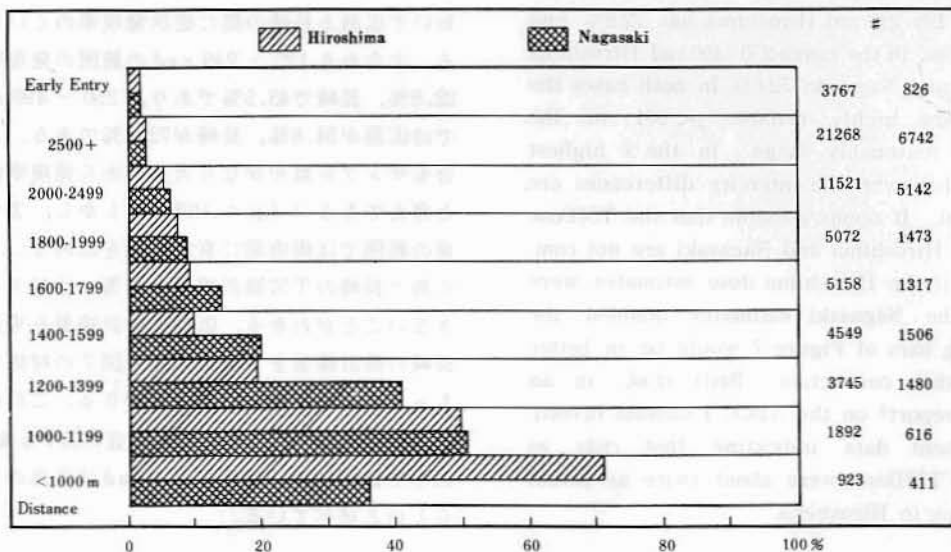
The previously noted difference in proportion of heavily shielded survivors near the hypocenters is reflected in Figure 5 by a much lower prevalence of burns in Nagasaki than in Hiroshima, particularly among those 0-999 m.

Symptoms of Acute Radiation Injury. One or more symptoms of acute radiation injury (epilation, purpura, oropharyngeal lesions) were reported by 8.8% of the survivors in Hiroshima and 11.8% in Nagasaki. In the zone 0-999 m, acute symptoms were nearly twice as frequent in Hiroshima as in Nagasaki: about 72% vs 37% (Fig. 6). For both cities, in the zone 1000-1199 m, acute injury occurred in about 50%. Thus, for Nagasaki, not only is the acute injury rate in survivors 0-999 m half that of Hiroshima, but also is less than the acute injury rate in Nagasaki survivors 1000-1199 m, and 1200-1399 m. This finding is consistent with a very high proportion of Nagasaki survivors nearest the hypocenter having been heavily shielded.

先に述べた両市間の近距離重遮蔽下の被爆生存者の比率の差は、図5に示す如く長崎の火傷受傷率が広島より低くなっている点、特に0-999 mの被爆生存者において低い点からもうなづける。

急性放射線症状. 急性放射線傷害の諸症状（脱毛、紫斑、口腔咽頭部傷害）のうち1つ以上を認めた者は広島では被爆生存者の8.8%、長崎では11.8%であった。0-999 mの地域では急性症状の頻度が広島は長崎の2倍に近い。すなわち広島の約72%に対し、長崎の数字は37%である(図6)。従って長崎の0-999 mの被爆者の急性症状発現率は単に同一距離の広島被爆者の2分の1あるばかりでなく、半径1000-1199 m、更には1200-1399 mで被爆した長崎生存者の発現率よりも低い。この知見は前述の事実、すなわち長崎の近距離被爆生存者に、重遮蔽下で被爆した者の比率が極めて高かったことに一致する。

ACUTE RADIATION INJURY BY CITY AND DISTANCE FROM HYPOCENTER



At 1400+m, the proportions with acute injury in Nagasaki are larger than for Hiroshima. At these greater distances, only small proportions in either city had very heavy shielding so this factor may be ignored in the comparison of the cities. The greater rates in Nagasaki would imply confirmation of the physical estimates that air dose at fixed distances was greater in Nagasaki than in Hiroshima.⁶

The proportion with acute injury varies reasonably within 1600 m, beyond this point, the decline is rather slow. The proportion never reaches zero, and remains at about 1% even for the so-called early entrants — persons 10,000+m from the hypocenter ATB but who entered the cities within 1 month after the bombings. As remarked by Oughterson and Warren,⁷ signs and symptoms of radiation injury may be caused by factors other than radiation.

Acute injury is shown in relation to the T57Dose estimate in Figure 7. A rather small change is seen in the proportion injured for doses in the ranges 0-249 rad in Hiroshima, and 0-124 rad in Nagasaki. Even at the highest estimated dose levels in Hiroshima substantial fractions of the survivors reported *no* symptoms. Hiroshima and Nagasaki show discrepancies in the proportions reported to have signs in the dose ranges 125-249 rad and 250-499 rad. In the range 125-249 rad, Hiroshima has 22.8% and Nagasaki 43.5%; in the range 250-499 rad Hiroshima shows 54.6% and Nagasaki 72.6%. In both cases the differences are highly reliable ($p < .001$) for the samples are reasonably large. In the 2 highest dose ranges, however, the intercity differences are not significant. It seems possible that the T57Dose estimates for Hiroshima and Nagasaki are not comparable and, if the Hiroshima dose estimates were halved, or the Nagasaki estimates doubled, the corresponding bars of Figure 7 would be in better accord. In this connection, Brill *et al.*, in an unpublished report⁹ on the ABCC leukemia investigations, present data indicating that rads, as estimated by T57Dose, were about twice as potent in Nagasaki as in Hiroshima.

The most plausible explanation of the high, and relatively dose-independent frequency of acute injury at low dose levels is that the majority of

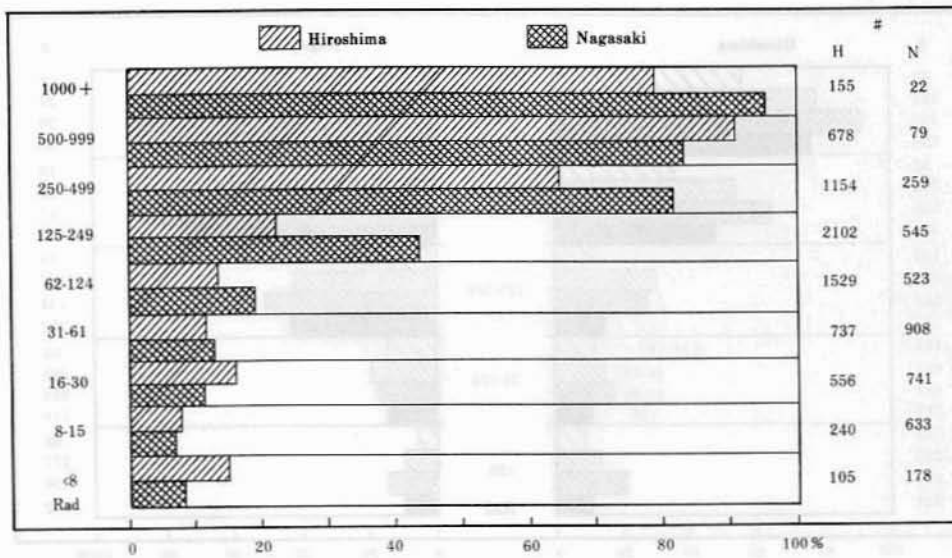
1400 m 以遠では長崎の急性症状を呈した者の比率は広島の数値よりも大きい。遠距離にあっては、両市とも極めて少数の者が重遮蔽下にあったにすぎないので、両市の比較をする場合、重遮蔽という因子は無視して差し支えない。すなわち長崎の症状発現率が高かったということは、距離を一定にした場合長崎の空中線量が広島よりも大であるという物理学的推計の結果を裏付けている。⁶

1600 m までの範囲では被爆距離と急性症状の発現率との関係は合理的にみえるが、これを越えると発現率の低下がやや緩慢になる。いわゆる“初期入市者”と呼ばれる人々、すなわち原爆時に爆心地から10,000 m 以遠の地域にあって、原爆後1か月以内に入市した者でも1%内外の発現比率を示し決して0にならない。Oughterson および Warren⁷ が述べている如く、放射線傷害の際に発現する症状群と同一のものが放射線以外の原因によっても生ずることを考慮すべきかも知れない。

急性症状の発現と T57 推計線量の関係を示すと図7の通りである。広島0-249 rad の範囲、長崎0-124 rad の範囲で線量の変化に伴う症状発現率に小さな変化がみられた。広島で最高線量を受けたと推計された生存者ですら、その大部分のものに症状がない。125-249 rad および 250-499 rad の範囲において広島と長崎の間に症状発現率のくいちがいがあがる。すなわち125-249 rad の範囲の発現率は広島で22.8%、長崎で43.5%であり、250-499 rad の範囲では広島が54.6%、長崎が72.6%である。どちらの場合もサンプル数がかなり大きいから発現率に差があると考えてもよい ($p < .001$)。しかし、2つの最高線量の範囲では両市間に有意の差を認めない。以上から、広島と長崎の T57 推計線量を対等に比較することはできないことがわかる。広島の推計線量を半分にするか、長崎の推計線量を2倍にすると図7の対応する直線をもっとよく一致させることができる。この点に関連して Brill らは ABCC の白血病調査に関する未発表報告⁹ の中で長崎の T57 線量による rad は広島2倍であるらしいと述べている。

低線量を受けた人にかかなりの急性症状発現率が観察され、しかも、それが線量に比較的無関係であると

ACUTE RADIATION INJURY BY T 57 DOSE AND CITY



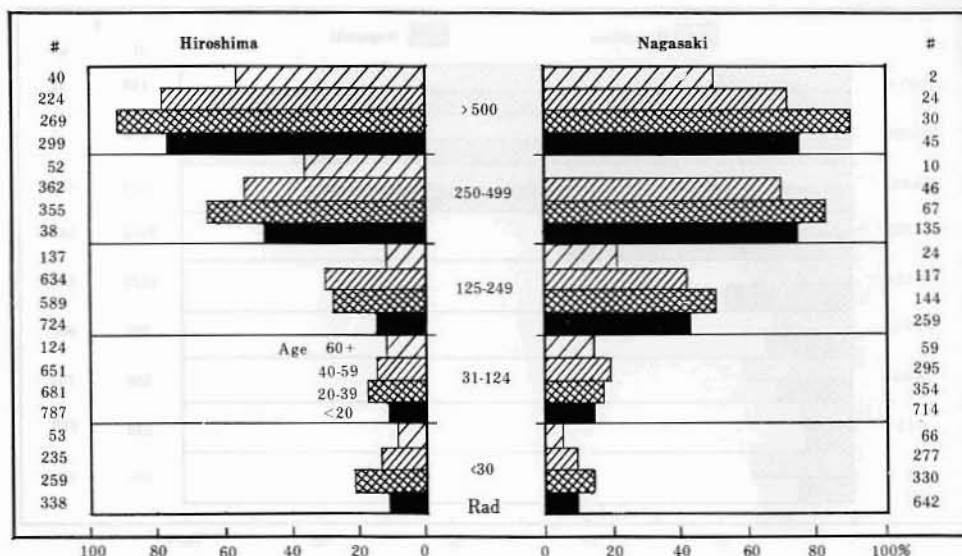
radiation signs at these levels were, in fact, caused by factors other than the radiation from the bombs. The Joint Commission data quoted by Oughterson and Warren⁷ are similar in showing that the percentage of survivors with radiation signs did not reach zero even out to 5000 m from the hypocenter. However, the Joint Commission data show much higher proportions of survivors with acute injury than do the present data, in part because the Joint Commission figures were based on 20-day survivors, while for the Life Span Study the basis is 5-year survivors (to 1 October 1950). It is possible to calculate from the Joint Commission data that in Hiroshima about 2600 died in the period 20-120 days after the bomb; presumably most of these persons had acute radiation injury and are so tabulated in the Oughterson and Warren data but are, of course, not included in the present study.

Analysis of acute radiation injury by sex showed little or no difference for fixed distance from the hypocenter or T57Dose estimate, but large and highly significant ($p < .001$) differences were associated with age ATB. The data are summarized in Figure 8, where the survivors have been grouped into 5 dose classes although statistical tests were made in relation to the 9 dose classes of Figure 7.

この点については、これら低線量被爆者に見られる“放射線症状”の大部分が事実上原爆放射線以外の因子によってもたらされたと解するのが最も合理的である。Oughterson および Warren が引用した日米合同調査団の資料⁷においても放射線症状を呈した被爆者の比率が爆心地から5000mを離れた地点でさえ0まで下っていない点に注目すべきである。ただし合同調査団の資料に記載してある急性症状を呈した被爆生存者の比率が本報告書の数字より高率である。少なくとも理由の一部として合同調査団の数字が被爆20日後の生存者の調査に基づいているのに、現在の寿命調査は5年後(1950年10月1日まで)の生存者を調査の対象としていることが考えられる。合同調査団の資料によると被爆後20-120日までの間に広島では約2600名が死亡している。恐らくその大部分は急性放射線症状を呈していたものと思われ、Oughterson および Warren の資料では症状発現者として集計していると思う。しかし、勿論今回の調査には上記のような死者を含めていない。

爆心地からの一定距離または一定のT57推計線量では男女の急性放射線症状発現率に殆んど差を認めないが、被爆時の年齢別に発現率をみると高度の有意差($p < .001$)を認めた。以上を総括して示すと図8の通りである。図では被爆生存者を線量別5階級群に分類した。ただし、統計学的検定は図7に示した9つの線量階級の間で実施した。

ACUTE RADIATION INJURY, PERCENTAGE, BY T57 DOSE, AGE, AND CITY



In both cities, for the majority of dose classes those aged 20-39 ATB had the highest prevalence of acute radiation injury, and those aged 60+ the least. In general, the proportion with injury increased from age 0-19 to age 20-39, then decreased successively in the groups 40-59 and 60+. Any 1 or combination of at least 3 explanations may account for the observation:

There may be age variation in biological sensitivity to radiation.

There may be age related differences in the probability of death following the development of acute injury. Since the JNII-ABCC Life Span Study sample is made up entirely of survivors to October 1950, excessive mortality prior to that date in very young or old persons who had acute injury would be reflected in the present data as an apparent lowering of the proportion of survivors who reported signs.

There may be age related variation in the probability of eliciting a history of radiation signs on questioning after a lapse of some years.

両市ともにこれら線量階級群のうち急性放射線障害の症状発現率は原爆時年齢20-39才の階級で最高を示し、60才以上の層で最低を示した。一般に、症状発現率は0-19才および20-39才の年齢群では年齢と共に上昇の傾向を示したが、その後は40-59才群から60才以上の群へと漸次低下した。これについては、少なくとも3つの理由を考えることができるが、そのいずれかまたは幾つかの組み合わせによってこの観察結果を説明することができる。すなわち、

放射線に対する生物学的感受性が年齢によって異なる。

急性症状発現者の死亡率が年齢によって異なっている。予研-ABCCの寿命調査サンプルはすべて1950年10月まで生存していた者からなっているから、それ以前に低年齢および老年層に過度の死亡率があって、これが今回の調査資料に反映した結果、症状を示した被爆者の比率が外見上低いのかのようにみえる。

一定期間を経過した後に調査を行なったが、この際質問から放射線症状既往歴を引き出す確率が年齢によって異なっている。

The results of animal experiments⁸ make plausible the first 2 possibilities; no direct evidence can be adduced for the 3rd, but it would be surprising if an effect of this kind were not operative to some degree. The safest approach is to regard the present data primarily as descriptive of that part of the Life Span Study sample characterized by histories of acute radiation injury, rather than contributory to knowledge regarding age, sex, and dose-variation in the occurrence of such injury.

ANALYSIS AND DISCUSSION

During October 1950-September 1960, 8614 deaths were observed, 8.7% of the sample of 99,393 persons. Table 2 shows the distribution of these deaths by underlying cause as given on the death certificate. Tuberculosis was responsible for a larger proportion of the deaths in Nagasaki than in Hiroshima, for both sexes (15% vs 8% for males, and 12% vs 7% for females) reflecting the younger average age of the Nagasaki sample and the unusually high death rates from tuberculosis in Kyushu generally and Nagasaki prefecture particularly. In 1958, the crude mortality rate for tuberculosis in Nagasaki Prefecture was more than 50% greater than the average for all Japan and by considerable margin, was the greatest among the 46 prefectures.¹⁰

The most frequent cause of death was vascular lesions affecting the central nervous system *ISC B22*, varying from 16% to 21% in the 4 sex-by-city groups. Malignant neoplasms (including leukemia) accounted for about 17% of the Hiroshima mortality and 13% in Nagasaki, in both sexes alike. Arteriosclerotic and degenerative heart disease *B26* accounted for 4-5% of mortality in all groups. Finally, a fairly large number of deaths were assigned to ill-defined and unknown causes, all classed under rubric *B45* of the Abbreviated List of the *ISC*: males, 9.8% in Hiroshima and 7.5% in Nagasaki, and females, 14.5% in Hiroshima and 12.7% in Nagasaki. The much greater frequency of death attributed to stroke than to arteriosclerotic heart disease is typical of Japan. Thus, the mortality statistics for all Japan in 1958 show deaths from stroke to be 3.4 times as numerous as

動物実験⁸の結果から見ると初めの2つの説明が妥当のように思われる。第3の説明については直接の証明がないが、少なくともこの種の影響がある程度あったとしても驚くべきことではない。従って今回の資料からは年齢、性および線量と急性放射線症状発現率とに関する知見を拓げることよりもむしろ寿命調査サンプルのうち急性症状の既往歴を持つ部分の特性について記述することに主眼を置くべきである。

解析および考察

1950年10月-1960年9月の調査期間中に観察した死亡数は8614、サンプル数99,393の8.7%に当る。死亡診断書記載の原死因別に死亡数を示すと表2の通りである。長崎の結核死亡は男女共広島死亡より大きな比率を占めている(男は15%対8%,女は12%対7%)。これは長崎サンプルの平均年齢が若いことと、周知のことではあるが九州地方、特に長崎県の結核死亡率が異常に高いことのためと解する。ちなみに長崎県の1958年の結核粗死亡率は全国平均よりも50%以上をも上回り、46県の最高で、しかも2位の県との間にかなりの開きがあった。¹⁰

最も頻度の高い死因は、中枢神経系の血管損傷(*ISC B22*)であって、都市と性別にわけた4群の百分率は16%から21%までの範囲にある。悪性新生物(白血病を含む)は、男女とも広島死亡数の約17%を占めており、長崎における割合は13%である。動脈硬化性および変性性心臓疾患(*B26*)は、各群の死亡数の4-5%を占めている。さらにかなり多数の死亡が診断名不明確および不明の死因すなわち*ISC*単分類*B45*に分類されている。すなわち男子においては広島9.8%、長崎7.5%、女子では広島の14.5%、長崎では12.7%を占めている。動脈硬化性心臓疾患より脳卒中で死亡するものはるかに多いことが日本の特色である。1958年の日本の死亡統計によると脳卒中で死亡するものが動脈硬化性または変性性心臓疾患で死

TABLE 2 NUMBER OF DEATHS BY DEATH CERTIFICATE UNDERLYING CAUSE, CITY, AND SEX

表2 死亡数：死亡診断書原死因・都市・性別

ISC	Underlying Cause 原死因	Male 男		Female 女	
		Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
	Total 計	3476	1042	3119	977
B 1, 2	Tuberculosis, all forms 全結核	285	160	229	117
B 3-17	All other diseases classified as infective and parasitic その他の伝染病および寄生虫病	54	16	49	16
B 18	Malignant neoplasms 悪性新生物	611	134	537	127
B 19	Benign and unspecified neoplasms 良性および性質不詳の新生物	16	10	36	8
B 20	Diabetes mellitus 糖尿病	28	3	23	2
B 21	Anemias 貧血	11	5	9	2
B 22	Vascular lesions affecting central nervous system 中枢神経系の血管損傷	659	185	653	153
B 25	Chronic rheumatic heart disease 慢性リウマチ性心臓疾患	19	4	19	12
B 26	Arteriosclerotic and degenerative heart disease 動脈硬化性および変性性心臓疾患	195	41	162	56
B 27	Other disease of heart その他の心臓疾患	82	15	67	15
B 28, 29	Hypertension, with or without mention of heart 高血圧症（心臓の記載の有無を問わない）	48	15	60	32
B 30	Influenza インフルエンザ	10	2	4	2
B 31	Pneumonia 肺炎	93	35	70	27
B 32	Bronchitis 気管支炎	37	8	30	15
B 33	Ulcer of stomach and duodenum 胃および十二指腸潰瘍	94	36	46	13
B 35	Intestinal obstruction and hernia 腸閉塞およびヘルニア	22	8	23	4
B 36	Gastritis, duodenitis, enteritis and colitis 胃炎，十二指腸炎，腸炎および大腸炎	63	20	84	21
B 37	Cirrhosis of liver 肝硬変	56	19	38	19
B 38	Nephritis and nephrosis 腎炎およびネフローゼ	88	24	106	32
B 39	Hyperplasia of prostate 前立腺肥大症	4	0	0	0
B 40	Deliveries and complications of pregnancy, childbirth and the puerperium 妊娠，分娩および産褥の合併症	0	0	21	14
B 41	Congenital malformations 先天奇形	5	0	5	0
B 45	Senility without mention of psychosis, illdefined and unknown causes 精神病の記載のない老衰ならびに診断名不明確および不明の病因	342	78	452	124
	All other diseases その他のすべての疾患	328	139	259	117
BE 47, 48	Accidents 不慮の事故	206	50	69	20
BE 49	Suicide and self inflicted injury 自殺および自傷	108	31	65	27
BE 50	Homicide and operations of war 他殺および戦争行為	12	4	3	2

TABLE 3 NUMBER OF DEATHS, PERSON-YEARS AND DEATH RATES BY TEN YEAR AGE GROUPS, CITY, AND SEX

表3 死亡数, 観察人年数および死亡率: 10才年齢階級・都市・性別

Age 年齢	City 都市	Male 男			Female 女		
		Person Years 観察人年数	Deaths 死亡		Person Years 観察人年数	Deaths 死亡	
			Number 数	Rate/10 ⁴ 率		Number 数	Rate/10 ⁴ 率
All ages 全年齢	Hiroshima 広島	262,635	3,476	123†	375,216	3,119	77†
	Nagasaki 長崎	98,727	1,042	131†	127,182	977	100†
0-9	Hiroshima 広島	9,717	20	21	10,164	9	9
	Nagasaki 長崎	3,664	9	25	3,624	1	3
10-19	Hiroshima 広島	54,960	65	12	54,117	31	6
	Nagasaki 長崎	22,224	31	14	24,220	45	19
20-29	Hiroshima 広島	53,141	185	35	70,808	148	21
	Nagasaki 長崎	26,481	100	38	36,042	81	22
30-39	Hiroshima 広島	24,597	106	43	65,888	171	26
	Nagasaki 長崎	10,136	47	46	21,993	63	29
40-49	Hiroshima 広島	34,618	255	74	65,142	272	42
	Nagasaki 長崎	11,608	90	78	16,212	97	60
50-59	Hiroshima 広島	43,295	667	154	56,559	501	89
	Nagasaki 長崎	13,840	229	165	13,559	140	103
60-69	Hiroshima 広島	29,448	975	331	32,985	645	196
	Nagasaki 長崎	8,235	291	353	7,641	205	268
70-79	Hiroshima 広島	11,083	918	828	15,874	860	542
	Nagasaki 長崎	2,291	208	908	3,198	227	710
80+	Hiroshima 広島	1,776	285	1,605	3,679	482	1,310
	Nagasaki 長崎	248	37	1,492	693	118	1,703

†Age standardized to the combined male and female experience in both cities. 両市男女合計数に年齢を訂正する。

deaths from arteriosclerotic and degenerative heart disease, while in the United States in 1958 the ratio was 2.7 in the opposite direction.^{10,11}

Table 3 shows mortality rates by city and sex. Nagasaki rates exceed those in Hiroshima, for both sexes, at almost all ages. Especially for females, the age-standardized average mortality rates in Nagasaki far exceed those in Hiroshima.

Distance from Hypocenter

Table 4 shows the number of person-years of observation and the mean age for distance classes 0-1399 m; 1400-1999 m; 2000-2499 m; 2500+m; and those not in the cities ATB. The reasons for selecting the particular distances 1400, 2000 and 2500 m as dividing points vary: in the original sample selection the group 2500+m was age- and sex- matched to those 0-1999 m, as were those not in the cities ATB. The additional cut at 1400 m is

亡するものの3.4倍に及んでいる。同年の米国の統計では逆に動脈硬化性, または変性性心臓疾患の死亡数が脳卒中の2.7倍となっている。^{10,11}

男女別, 都市別の死亡率は表3に示す通りである。男女とも, 長崎死亡率がほとんどすべての年齢階級において広島より高率である。特に長崎女子の年齢標準化死亡比は広島をはるかに上回っている。

爆心地からの距離

0-1399 m, 1400-1999 m, 2000-2499 m, 2500 m 以上および原爆時市内にいなかった者の距離区分別に観察人年数(パーソンイヤー数)と平均年齢を示すと表4の通りである。距離区分の基準として特に, 1400, 2000および2500 mを選んだが, 理由は次に示す通りである。2500 m以上の群および原爆時市内にいなかった群は0-1999 mの群と年齢・性別に数が一致するようにサンプルを抽出した。現在利用している放射線推計値, 急性症状発現頻度に関する資料, および白血病死

TABLE 4 PERSON-YEARS AT RISK AND AVERAGE AGE AT OBSERVATION BY DISTANCE FROM HYPOCENTER, CITY AND SEX

表4 観察人年数および観察時平均年齢：爆心地からの距離・都市・性別

City 都市	Sex 性	Distance 距離 (m)					Not in City 市内不在	
		Total 計	<1400	1400-1999	2000-2499	2500+		
		Person-Years at Risk 観察人年数						
Hiroshima 広島	Male 男	262,635	23,527	54,699	42,185	77,463	64,761	
	Female 女	375,216	34,731	78,123	60,585	112,744	89,033	
Nagasaki 長崎	Male 男	98,727	10,224	17,172	18,237	27,044	26,050	
	Female 女	127,182	12,419	21,490	27,811	33,663	31,799	
		Average Age 平均年齢						
Hiroshima 広島	Male 男	37.7	39.9	37.7	36.7	38.3	36.8	
	Female 女	39.0	38.7	39.3	38.9	39.2	38.5	
Nagasaki 長崎	Male 男	34.2	34.2	35.2	31.4	35.0	34.8	
	Female 女	34.0	32.0	34.2	36.0	33.4	33.4	

made because current estimates of radiation dose, the data on prevalence of acute symptoms, and the leukemia mortality rates indicate that those 0-1399 m were subject to rather substantial doses of radiation. Most had more than 100 rad, although a relatively small proportion may have had lower doses as a result of shielding. In the zone 1400-1999 m, however, many survivors apparently had very low doses, and therefore combining all survivors 0-1999 m might preclude observation of radiation effects in those who had high doses, because of the diluting effect of large numbers among whom effects, if present, are at a very low level. In any case, 1400 m is a very suitable dividing point for detection of radiation leukemogenesis, and seems an equally plausible point for detection of other conditions.

Hiroshima males are, on the average, about 2.5 years older than Nagasaki males; Hiroshima females are 5.0 years older. In Hiroshima, average age varies little among the distance groups, and even by sex. In Nagasaki, mean age is reasonably homogeneous by distance group and by sex except for the zone 2000-2499 m. (where the sample was not age-matched) for which the males are younger and the females older than the average.

亡率をみるといずれも、0-1399mの被爆者は相当量の放射線を受けていると考えられるので上記の他に1400mの距離で区分を行なった。すなわち1400m未満では大多数のものが100 rad以上の放射線を受け、比較的小数のものが遮蔽のためにこれより少ない線量を受けたと考えられる。一方、1400-1999mの地域の大部分のものは極めて少量の線量しか受けていないと考えられるので、0-1999mの被爆者全部を1群として解析すると大量の放射線を受けた被爆者に放射線の後影響があったとしても見のがすおそれがある。影響がたとえ存在するとしても、その程度が非常に軽いような被爆者を多数含めると希釈することになり、影響を観察できなくなる。いずれにしても後述の通り1400mの距離は放射線による白血病の誘発を研究するための非常に適当な距離区分であって、また他の疾患に対しても同様に適当であると考えられることができる。

広島における男子の平均年齢は長崎よりも約2.5年高く、広島的女子は長崎よりも5.0年高い。広島では、各距離群間の平均年齢には殆んど差がなく、また男女にわけてみても差が見られない。また唯一の例外である2000-2499m群(このサンプルの年齢構成は合わせてない)を除くと、長崎は距離別および性別の平均年齢はかなり均一である。2000-2499mの地域の男子は平均年齢よりも若く、女子は平均年齢よりも高い。

Survivors 0-1399 m from the hypocenter evidently had high rates of mortality for all causes as well as for particular causes of death, notably leukemia (Table 5). Those not in the cities ATB apparently had lower mortality.

Results of statistical tests are shown in Table 5 by asterisks on death ratios differing significantly from 100. The tests reported are χ^2 on a single degree of freedom comparing the result in a specific distance class with all other distance classes combined, for the same city-sex group. Exact tests were made where expected deaths were less than 4. The tests were 2-tailed. In scanning the 4 sex-city groups, for any specified distance class:

The Probability that, by Chance, all 4 groups will simultaneously have ratios larger or smaller than 100, is .125; therefore, the fact that all groups appear above or below 100 does not necessarily demonstrate high or low mortality for a particular distance class

The Probability that, by Chance, 1 or more tests among 4 will be significant at the 5% level is .1855. However, the probability that all 4 groups will depart from 100 in the same direction and 1 or more be significant at the 5% level is .0232

The Probability that, by Chance, 1 test among 4 will be significant at the 1% level is .039, at the 0.1% level, .004. The probability that 2 or more will be significant at the 5% level is .014

Therefore, if 1 asterisk appears in a column, heterogeneity is not demonstrated unless all 4 ratios in that column depart from 100 in the same direction. However, 2 or more asterisks in a column, in any combination, indicate significant evidence of heterogeneity, whatever the directions. Of course, interpretation of the meaning of the heterogeneity depends on direction of the departures.

All Causes. Higher mortality is evident for those 0-1399 m from the hypocenters; mortality is lowest for those not in the cities ATB. For the remaining 2 comparison groups, lower mortality is suggested for those 1400-1999 m than for those 2000+m.

爆心地から0-1399mの被爆者の死因別の死亡率はどれも高く、特定死因、とりわけ白血病の死亡率は明らかに高率である(表5)。また原爆時市内にいなかった者の死亡率が非常に低いことも明白である。

統計学的検定の結果を示すと表5の通りである。死亡比が100から有意にへだたっている場合に星印を付した。自由度1のカイ自乗検定を使用して、ある特定の距離群における観察結果と都市、性を同じくするその他の距離群を加えた観察結果との間で比較を行なった。死亡数の期待値が4以下の場合には精密な計算を行なって検定した。すべて両側検定である。ある距離群について都市、性の4区分別に検討する場合は

4群全部の死亡比が100よりも大きい値、または小さい値をとることの確率は.125である。従って全群が同じように100よりも大きいあるいは小さいかを示すことだけでは、その距離群における死亡率が高いかもしくは低いと結論するわけにはいかない。

4群についての検定のうち1つ(もしくはそれ以上)が5%の水準で“有意”となる確率は.1855である。しかしながら、4群全部における100からのへだたりが同一方向であって、しかも1つ以上が5%の水準で有意である時の確率は.0232となる。

4つの群の検定で1つが1%の水準で有意となる確率は.039である。0.1%の水準では.004となる。2つ以上が5%の水準で有意であるときの確率は.014である。

したがって、ある欄に星印が1つある場合は、その欄における4つの死亡比全部が100から同一方向にへだたっているときのみ異質である。しかし組み合わせがいずれどうであろうとも、1つの欄に2つ以上の星印がある場合は差の方向にかかわらず、異質性に関して“有意”な証拠となる。勿論異質性の意味の解釈は、差が同一方向にあるか否かによってちがう。

全死因。 0-1399mの被爆者の死亡率は明らかに高く、原爆時市内にいなかったものの死亡率が一番低い。残りの2つの比較群については1400-1999mまでの被爆者の死亡率が2000m以上のものの死亡率より比較的低いことを観察した。

TABLE 5 AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS † IN RELATION TO DISTANCE FROM HYPOCENTER, BY CITY AND SEX

表 5 爆心地からの距離別年齢標準化死亡比: 都市・性別

City 市	Sex 性	Deaths 死亡者数	Distance 距離 m					Deaths 死亡者数	Distance 距離 m					Deaths 死亡者数	Distance 距離 m				
			<1400	1400-1999	2000-2499	2500+	Not in City 市内不在		<1400	1400-1999	2000-2499	2500+	Not in City 市内不在		<1400	1400-1999	2000-2499	2500+	Not in City 市内不在
All Causes すべての原因																			
H	M	3,476	111.5*	95.4	103.7	104.9	90.2**	326	90.6	80.5	93.7	134.0	83.0	3,143	113.9*	96.8	104.9	102.0	90.9**
	F	3,119	118.7**	99.0	104.2	100.8	90.5**	136	114.8	112.1	103.9	87.7	96.6	2,973	119.4**	98.4	104.3	101.0	90.5**
N	M	1,042	106.1	90.0	113.6*	102.1	93.1	85	77.1	53.8*	126.9	118.6	102.2	933	111.0	95.2	113.2	99.3	90.9
	F	977	117.1	98.2	97.2	106.2	92.8	49	105.0	60.5	108.2	131.9	83.3	915	116.9	100.3	97.1	105.8	91.9
Trauma BE47-50 外傷																			
All Natural Causes B1-46 病死および自然死																			
Tuberculosis B1,2 全結核																			
Other Infective and Parasitic Diseases B3-17 その他の伝染病および寄生虫病																			
Leukemia 204 白血病																			
H	M	285	155.5**	117.0	99.4	87.6	79.1*	54	59.5	104.5	125.0	110.8	80.5	31	549.8**	77.3	20.3	75.5	26.6*
	F	229	92.7	115.4	139.3*	105.5	56.7**	49	209.8*	87.0	61.6	115.1	78.5	25	649.4**	37.7	49.0	78.9	.0**
N	M	160	112.1	101.3	121.3	102.1	79.1	16	62.5	.0	119.0	176.2	91.5	11	720.7**	54.1	44.8	34.0	.0*
	F	117	74.1	105.7	107.4	91.9	107.5	16	166.7	37.7	64.4	184.7	81.3	4	465.1*	.0	.0	95.2	103.1
Malignant Neoplasms except Leukemia B18,-204 白血病以外の悪性新生物																			
Benign Neoplasms B19 良性新生物																			
All Anemia B21 全貧血																			
H	M	580	107.5	95.7	122.8*	97.0	87.8	16	127.4	146.2	38.8	122.0	56.7	11	99.0	125.5	109.9	120.8	40.0
	F	512	153.5**	94.2	97.4	97.7	89.9	36	65.8	118.0	149.0	83.1	83.4	9	241.0	155.4	135.1	73.0	.0
N	M	123	105.0	93.2	120.1	88.2	101.7	10	.0	162.2	202.0	111.5	.0	5	454.5	.0	98.0	.0	152.7
	F	123	120.7	80.3	136.7*	79.4	86.6	8	142.9	74.6	50.8	196.1	51.5	2	909.1*	.0	.0	.0	.0
Vascular Lesions of Central Nervous System B22 中枢神経系の血管損傷																			
Diseases of Heart B25-27 心臓疾患																			
Hypertensive Disease B28-29 高血圧性疾患																			
H	M	659	105.3	92.6	98.0	104.3	100.6	296	105.6	101.1	107.0	102.1	88.3	48	114.4	85.6	61.8	129.6	96.2
	F	653	106.2	95.0	102.4	96.8	104.6	248	113.6	91.3	94.2	105.1	101.0	60	90.7	94.9	102.8	107.5	96.4
N	M	185	115.8	78.3	125.4	97.4	95.1	60	99.8	138.6	61.2	133.7	64.2	15	103.1	97.4	116.6	75.9	112.7
	F	153	89.2	90.8	102.5	117.8	88.2	83	96.9	146.0	85.2	87.5	97.1	32	105.8	122.2	86.7	130.5	66.9
Influenza, Pneumonia, Bronchitis B30-32 インフルエンザ, 肺炎, 気管支炎																			
Ulcer of Stomach and Duodenum, etc. B33-36 胃, 十二指腸などの潰瘍																			
Disease of Liver 580-583 肝臓疾患																			
H	M	140	145.3	109.9	104.0	84.4	90.2	184	117.5	102.8	103.8	117.9	62.1**	79	93.3	76.3	138.0	78.9	126.9
	F	104	111.9	86.7	143.6*	87.7	91.5	156	96.5	94.1	108.2	124.8*	69.6*	54	63.2	139.5	112.2	97.9	71.7
N	M	45	108.1	114.8	114.3	81.7	94.8	66	53.2	101.5	126.2	115.7	77.8	35	158.7	60.6	94.5	82.7	130.3
	F	44	131.1	78.2	74.1	148.4	86.9	40	188.0	99.7	89.2	81.9	107.1	30	184.3	96.3	96.9	109.0	71.1
Nephritis and Nephrosis B38 腎炎およびネフローゼ																			
H	M	88	73.8	83.5	73.8	119.6	121.0												
	F	106	125.3	129.5	99.9	107.2	55.8*												
N	M	24	50.5	83.0	86.2	90.5	152.3												
	F	32	85.5	90.3	69.6	128.0	117.2												

† Age Standardized Death Ratio is 100 times the quotient of observed deaths divided by those expected. Expected deaths for distance classes are calculated by applying 10 year age-specific death rates for the specified sex and city to the age distribution of person-years within the distance class.

年齢標準化死亡比は観察死亡数を期待死亡数で割った商を 100 倍して得た。各距離区分の期待死亡数の計算には両市における性別 10 才年齢階級別特殊死亡率をその距離区分の年齢階級別人年数に乗じて求めた。

The Death Ratio differs significantly from 100 at the (* = 5, ** = 1, *** = 0.1) percent level. 死亡比はそれぞれ (* = 5, ** = 1, *** = 0.1) の水準で 100 とは有意な差がある。

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

In the zone 1400-1999 m, mortality ratios are less than 100 for each sex in each city, and observation base in this zone is about twice as large as that in the 0-1399 m zone. In consequence, if the zones are merged, evidence of increased mortality rates among survivors close to the hypocenter is *diluted out*. In Hiroshima, the mortality ratios become 100.2 for males and 104.5 for females and in Nagasaki, 95.1 and 103.8. None of these differs significantly from 100.

No explanation can be offered for the low mortality ratios in the zone 1400-1999 m and the observation may be merely fortuitous, since no statistical significance attaches to any of the differences from 100.

Trauma ISC BE47-50. The only remarkable observation regarding trauma is the very high mortality ratio among Hiroshima males in the zone 2500+m from the hypocenter, where 130 deaths were observed while 97.0 would be expected at rates for Hiroshima males generally. Observed deaths exceeded expectation in every 10-year age class from 10 to 69, although the greatest discrepancy was at ages 20-29 where 36 deaths were observed; 21.9 expected.

All Natural Causes ISC B1-46. The patterns of mortality ratios in relation to distance are similar for natural causes and for all causes, but patterns are somewhat more consistent by city and sex. Those 0-1399 m have more observed than expected deaths, those not in the cities ATB, fewer. Within any distance class, the ratios for the 4 sex-city groups are rather close.

The ratio of observed to expected mortality in those 0-1399 m, although elevated for most ages, is maximal at ages 30-39 (Table 6). As age increases, the ratio slowly declines, toward 100 at age 70. Below age 30, a modest elevation is seen at ages 20-29, none at 10-19, but a high ratio at ages 0-9. This last age group covers only ages 5-9, and consists wholly of persons less than age 5 ATB, since those aged 0-4 in August 1945 were 5-9 at the beginning date of observation for this study, October 1950. For those not in the cities ATB, the ratios of observed to expected deaths by age are, in general, inversely related to the 0-1399 m group,

1400-1999 mの距離区間では両市の男女とも死亡比が100より小である。しかもこの距離区間に属する客体数は0-1399 mの距離区間の客体数の2倍に及んでいる。もし、この二区間を合わせて観察すると爆心地に近い被爆者の死亡率の上昇が薄められて観察ができなくなる。実際、広島では男100.2、女104.5、長崎男95.1、女103.8となっており、どの死亡比も100から統計的に有意の差を示さない。

1400-1999 mでの死亡比が何故低いか説明はできない。100からのどの差異も統計的に有意でないので、この観察は単なる偶然であろう。

外傷 ISC BE 47-50. 外傷に関する唯一の特記すべき所見は、爆心地から2500m以遠の地域における広島男子の死亡比が著しく高いことである。すなわち、広島における一般男子の期待死亡数は97.0であるのに対して観察死亡数は130であった。10才から69才までの各10才年齢階級の観察死亡数はいずれも期待数を超えていた。しかしながら、最大の差が20-29才の年齢層にみられ観察数が36であるのに対し、期待数は21.9にすぎない。

全病死 ISC B1-46. 病死の距離別死亡比の分布は、すべて全死因の場合と類似している。都市別および性別にみるとより一貫した傾向がある。0-1399 mの被爆者では観察死亡数が期待値よりも大きく、非被爆者では少ない。各距離区分内の死亡比を都市別および性別の4つの群に分けてみるとかなり一致していることがわかる。

0-1399 mの被爆者における観察値の期待値に対する超過は殆んどどの年齢層で観察できるが、30-39才で最高となる(表6)。高年齢になるにしたがってこの比率は徐々に低下して70才では100に近くなる。30才以下の年齢では20-29才に軽度の超過があり、10-19才では超過は認めないが、0-9才の死亡比が大である。この最後の年齢群は、実際は5-9才だけの者からなっており、原爆時の年齢が5才以下のもので構成されている。すなわち1945年8月に0-4才の者は本調査の観察が開始された1950年10月には5-9才となる。原爆時市内にいなかった者における観察死亡数の期待死亡数に対する割合と年齢との関係は概して0-1399 mの被爆者群と反対である。30-39才の比率

TABLE 6 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL NATURAL CAUSES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER AGE AT OBSERVATION, CITY, AND SEX

表6 全病死の観察数と期待数：爆心地からの距離・観察時年齢・性・都市別

Age 年齢		Distance 距離 m											
		<1400				1400+				Not in City 市内不在			
		Male 男		Female 女		Male 男		Female 女		Male 男		Female 女	
		Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
Total 計	O	333	89	287	77	2183	625	2046	639	627	219	640	199
	E	292.3	80.2	240.4	65.9	2160.6	611.9	2025.3	632.5	690.0	240.9	707.3	216.5
0-9	O	5	2	3	0	6	3	2	0	1	1	0	0
	E	1.0	.5	.4	.0	8.7	4.1	3.7	0.0	2.3	1.5	.9	0.0
10-19	O	2	5	4	3	22	13	18	34	8	3	4	3
	E	2.3	1.6	2.1	3.1	21.9	14.3	17.4	26.8	7.8	5.1	6.5	10.1
20-29	O	11	9	12	10	65	48	88	33	32	9	17	18
	E	8.3	8.1	12.2	8.3	70.5	41.2	76.5	37.3	29.2	16.6	28.2	15.3
30-39	O	16	5	23	9	52	31	109	34	12	3	22	13
	E	8.0	5.3	14.8	6.0	48.7	21.9	99.0	34.6	23.2	11.8	40.2	15.4
40-49	O	31	14	32	6	142	41	185	63	39	25	46	23
	E	21.8	9.7	23.8	6.8	134.2	46.2	178.2	62.1	55.9	24.1	61.0	23.1
50-59	O	74	13	43	9	405	139	350	96	120	57	78	27
	E	63.2	21.5	46.1	9.6	398.6	131.6	320.4	92.8	137.2	56.0	104.5	29.5
60-69	O	102	27	66	19	656	184	430	141	171	64	130	39
	E	95.5	22.1	57.3	15.1	633.4	180.3	442.0	140.2	200.1	72.7	126.7	43.7
70-79	O	72	12	75	19	649	140	550	155	172	48	213	47
	E	73.5	10.0	61.0	13.3	646.6	139.9	567.5	156.3	172.9	50.0	209.5	51.4
80+	O	20	2	29	2	186	26	314	83	72	9	130	29
	E	18.6	1.5	22.6	3.6	198.0	32.4	320.6	82.4	61.4	3.1	129.7	28.0

O: Observed E: Expected
観察数 期待数

the ratio is minimal at ages 30-39, then rises slowly to age 70-79. Below age 30, the ratio differs little from 100.

Since there is no reason to suspect radiation effects among survivors who were beyond 2500 m or even 2000 m from the hypocenter, the lower mortality ratios in those not in the cities ATB than in survivors at all distances argues for some basic difference between survivors and immigrants. Such a basic difference might be socioeconomic, or alternatively, effects of the bomb other than radiation could be involved: blast, burns, social disorganization and economic disruption. Such a disaster effect, conceivably is manifest in persistent elevation of mortality rates in survivors almost

が最低で、それから70-79才まで徐々に上昇する。30才以下の比率はほとんど100である。

爆心地から2500m以遠もしくは2000m以遠の被爆生存者でも放射線の影響はないと考えることができるので、原爆時市内にいなかった者の死亡比がすべての距離における被爆者の死亡比よりも低いという事実は被爆者と転入者との間に何らかの根本的な相違があることを示す。このような根本的相違は、社会経済的なものかも知れないし、また、例えば爆風、火傷や社会的経済的混乱のような放射線以外の爆弾の影響かもしれない。このような災害の影響は距離とはほとんど無関係に被爆者の死亡率が一貫して増加していることが

independently of distance. If such a generalized elevation exists, a further elevation attributable specifically to radiation effect might or might not be superimposed. Such a radiation effect could be detected, only by comparisons of survivors who received fairly large amounts of radiation with others whose estimated radiation dose was small.

Tuberculosis ISC B1-2. The patterns of tuberculosis mortality (Table 5) are inconsistent in relation to distance class, except for the generally (and significantly) low rates in those not in the cities ATB. Among Hiroshima males 0-1399m, the ratio is significantly elevated (43 deaths observed vs 27.7 expected) and excess mortality is found in every age group 30-79. Among those not in the cities ATB, the patterns by age are dissimilar in precise detail in the 4 sex-city groups: The significant deficit for Hiroshima males derives almost entirely from ages 30-49 (8 deaths observed, 24.3 expected); but in Nagasaki males, where the overall ratio is identical with that in Hiroshima males, (but not significant because of smaller numbers) the deficit is at ages 20-39 (6 observed, 14.9 expected) For Hiroshima females, the deficit is highly significant in the ranges 20-29 (5 vs 11.8) and 40-59 (7 vs 19.1) but not at 30-39 (11 vs 13.6), when hundreds of comparisons are made, it would be surprising if no slightly queer results were found. The general conclusion follows that deficits in deaths attributed to tuberculosis among those not in the cities ATB are for the most part confined to the age range 20-49.

Other Diseases Classed as Infective or Parasitic ISC B3-17. Only 1.6% of the deaths were attributed to infectious or parasitic disease, other than tuberculosis. The patterns by distance do not seem remarkable. The only significant difference was among Hiroshima female survivors 0-1399m. Here 9 deaths were observed vs 4.3 expected. The excess was distributed over the entire age range.

Leukemia ISC 204. Comment on leukemia data is not required. The well-known large excess of leukemia mortality among survivors 0-1399m is clearly seen.

Malignant Neoplasms other than leukemia ISC B18 except 204. Mortality ratios are significantly

ら想像できる。このような全般的な死亡率の上昇が存在するなら、その上更に、特に放射線の影響のための上昇が付加されるかも知れないし、またそうでないかも知れない、したがって相当量の放射線を受けた被爆者と受けた線量が少ないと考えられる被爆者とを比較して初めてそのような放射線の影響を探しだすことができる。

結核 ISC B1-2. 全結核死亡率(表5)についてみると原爆時市内にいなかった者の死亡率が一般的に低率であること以外は距離区分の間に統計的に有意な関係を認めない。広島0-1399mの男子では、死亡比は有意に上昇しており(期待死亡数27.7に対して観察死亡数43)また30-79才までの各年齢層で観察した死亡数も期待死亡数を上回っている。原爆時市内にいなかった者を都市、性別に4区分して年齢分布を詳細にみると、必ずしも同じではない。広島の男子における有意となった不足のほとんど大部分は30-49才に起因する(観察値8, 期待値24.3)。長崎の男子全体の比率は広島の男子と同一であるが(但し例数が少ないので有意とはならない)、不足は20-39才に起因する(観察値6, 期待値14.9)。広島の女子の不足は非常に有意である。不足は20-29才(5対11.8)および40-59才(7対19.1)に認められ、30-39才では認められない(11対13.6)。何百もの比較を行なったならば、多少かわった結果が認められたとしても不思議ではない。一般的な結論として原爆時市内にいなかった者の全結核死亡数の不足は主として20-49才の年齢層に限定しているといえることができる。

伝染病および寄生虫病として分類されたその他の疾患
ISC B3-17. 結核以外の伝染病または寄生虫病を死因とした死亡数は(僅か1.6%である)。距離別にみても特記すべき所見があるようにはみえない。ただ一つの有意な差を認めたのは0-1399mの広島女子被爆者であって期待値が4.3に対し観察値は9であった。死亡数の増加は全年齢層に及んでいる。

白血病 ISC 204. 白血病資料について説明は不必要であろう。0-1399mの被爆者における白血病死亡率の著明な増加は周知の如く明白である。

白血病を除く悪性新生物 **ISC B18, 204**を除く。0-1399mの被爆者の死亡比は有意に上昇しているが、そ

elevated in survivors 0-1399m, but the pattern is not simple. While the ratios exceed 100 for every sex-city group, only for Hiroshima females is the elevation significant, indeed, highly significant. For Hiroshima females, the ratio in the zone 2000-2499m is less than 100, but for every other group the ratio is elevated in this zone, significantly so for Hiroshima males and for Nagasaki females. Significant differences are not found in other distance classes.

For Hiroshima females 0-1399m, excesses of observed over expected deaths are found throughout the age range. A total of 69 deaths were observed vs 45.0 expected, and for the 5 age decades from 30 to 79 the observed and expected values are: 30-39, 4 vs 2.1; 40-49, 12 vs 7.7; 50-59, 21 vs 13.7; 60-69, 18 vs 12.4; 70-79, 10 vs 7.1. Similarly, for Nagasaki females in the zone 2000-2499m the observed deaths exceed the number expected in every decade age group, beginning at age 30. For Hiroshima males in the same zone, however, the age pattern is different: Most of the excess mortality is found at ages 60-79, where 80 deaths were observed, only 63.4 expected.

For those not in the cities ATB, age patterns are inconsistent among the sex-city groups:

Age	Observed	Expected
<60	69	45.0
60+	80	63.4

For all groups except Hiroshima females the pattern is similar: No deficit below age 60, but fewer deaths than expected at ages 60+. Among Hiroshima females, however, the pattern is reversed.

Not only is the comparison group not in the cities ATB selected by the fact of immigration, which alone may have large effects on mortality rates, but the accuracy with which underlying cause is stated on the death certificate also may vary by sex, city, age, and social class. Either of these causes may explain the peculiarities of the data.

の増加の状況は簡単ではない。性・都市別に区分すると0-1399m各群の死亡比は100を超過しているが、統計的に有意であるのは広島的女子だけである。しかも高度に有意である。2000-2499mの区分では広島的女子の死亡比が100以下であるが、この区分ではその他の群の死亡比は上昇しており、有意な増加が広島男子、長崎女子において観察できた。その他の距離区分における統計的検定の結果は有意でない。

0-1399mの広島的女子では全年齢層において観察死亡数値が期待死亡数を上回っている。45.0の期待値に対して合計69人の死亡が観察できた。30才から79才までの10年毎の5段階から観察した死亡数と期待死亡数を示すと次の通りである。30-39才、4対2.1; 40-49才、12対7.7; 50-59才、21対13.7; 60-69才、18対12.4; 70-79才、10対7.1。同様に2000-2499m長崎女子では30才以上の各10才年齢階級の観察死亡数が期待死亡数を上回っている。しかし、この距離区分の広島男子における年齢別死亡比の増加が異なっている。すなわち、死亡者の増加のほとんどは60-79才に認められ観察値が80に対し期待値は僅かに63.4である。

原爆時市内にいなかった者では、年齢分布と性別、都市別区分との間に一定の関係はない。すなわち、

		Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Age	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
	<60	47	59	16	5
	Expected	48.9	58.1	12.3	13.6
	60+	64	46	17	20
	Expected	77.5	58.7	20.1	15.3

広島的女子を除くと、その他の群の間の死亡の年齢分布が似ている。すなわち、60才未満では期待値にくらべて死亡数の不足はないが、60才以上では期待死亡数より少ない。ただ広島女子の分布は逆になっている。

原爆時市内にいなかった者の群は転入者から抽出されているのでこのことからだけでも死亡率に及ぼす大きな影響が考えられるが、この他に性、都市、年齢、および社会的階級が異なっていてこのために、死亡診断書記載の原死因の正確度に相違があることも考慮しなければならない。この上記のうちいずれか一方だけでも資料の特異性を説明できる。

Benign and Unspecified Neoplasms ISC B 19. Relatively few deaths are ascribed to benign neoplasms, and no significant variation is seen for mortality ratios in relation to distance from the hypocenter.

Anemias ISC B 21. According to the formal pattern established, no significant evidence of heterogeneity by distance is seen for deaths ascribed to anemia (in the zone 0-1399m, there is an asterisk, but the departures of the ratios from 100 are not all in the same direction). However, previous study² has indicated that, in both cities, some deaths probably due to leukemia have been ascribed to aplastic anemia on death certificates.

Vascular Lesions Affecting the Central Nervous System, Diseases of the Heart, Hypertensive Disease, Influenza, Pneumonia, Bronchitis ISC B 22, B 25-32.

No significant evidence of heterogeneity of mortality ratios in relation to distance from the hypocenter is seen for any of these classes, although the mortality ratios for those not in the cities ATB are generally low.

Ulcers, Appendicitis, Intestinal Obstruction Gastritis, Duodenitis, etc. ISC B 33-36. Mortality attributed to this miscellaneous group of causes is significantly low in Hiroshima males and females in the group not in city ATB.

Diseases of Liver, Nephritis and Nephrosis ISC 580-583, B 38. Neither of these conditions show significant evidence of heterogeneity of mortality ratios in relation to distance from the hypocenter.

Detailed Distance Analysis. The mortality ratios for all causes and for certain malignant neoplasms, cities combined, are shown in greater detail by distance in Tables 7 and 8. Male and female survivors in the zones 0-1199m from the hypocenter have significantly elevated mortality ratios for all causes combined (Table 7) but ratios are not elevated for zones 1200+m. Persons located 0-1199m for whom dose estimates could be made were almost without exception estimated to have received more than 125 rad (Fig. 4). For the majority estimates are over 250 rad.

良性および性質不詳の新生物 I SC B 19. 良性新生物が死因であると報告された死亡数は比較的少なく、爆心地からの距離別死亡比に有意な差を認めない。

貧血 I SC B 21. 正式な分類によると貧血の距離別死亡数には有意な異質性を認めないが、(0-1399mの距離区分では星印がついた群は1か所あるが、死亡比と100の差は逆の方向である)前報告²には両市とも恐らく白血病に起因すると思われる死亡が死亡診断書に再生不良性貧血と報告された例があると記述してある。

中枢神経系の血管損傷, 心臓疾患, 高血圧性疾患, インフルエンザ, 肺炎, 気管支炎, I SC B-22, B 25-32. 以上の死因のいずれも爆心地からの距離別死亡比に有意な異質性を認めない。しかし, 原爆時市内にいなかった者の死亡比は一般に低い。

潰瘍, 虫垂炎, 腸閉塞, 胃炎, 十二指腸炎など I SC B 33-36. 広島の前爆時市内にいなかった者は男女ともに上記の疾患に属する死亡は少ない。

肝臓疾患, 腎炎およびネフローゼ I SC 580-583, B 38. これらの疾患のいずれも, 爆心地からの距離別死亡比に有意な異質性の証拠を認めない。

距離別解析の詳細. 両市を合計した場合の全死因および特定部位の悪性新生物の距離別の死亡比を詳細に示すと表7および表8の通りである。全死因の死亡比を0-1199mの被爆者についてみると男女とも, すべての原因の死亡比は有意に上昇している(表7)。しかし1200m以遠では増加がないことが極めて明白であるが, 線量の推計が可能であった0-1199mの被爆者の照射線量はほとんど例外なく125 rad以上である(図4)。実際大多数は250 rad以上の線量を受けていた。

TABLE 7 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL CAUSES AND MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA
AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS BY DISTANCE FROM HYPOCENTER AND SEX
HIROSHIMA + NAGASAKI

表7 全死因および白血病以外の悪性新生物による死亡の観察値ならびに期待値
年齢標準化死亡比: 爆心地からの距離・性別, 広島+長崎

Distance 距離 m	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
All Causes 全死因						
Total 計	3571	3477.0	102.7	3210	3122.4	102.8
<1000	73	56.3	129.7*	55	39.8	138.2*
1000-1199	142	112.1	126.7**	102	80.5	126.7*
1200-1399	242	245.8	98.5	228	204.9	111.3
1400-1599	281	293.0	95.9	256	270.8	94.5
1600-1799	309	338.4	91.3	283	275.0	102.9
1800-1999	304	317.3	95.8	280	283.0	98.9
2000-2499	820	772.1	106.2	810	795.0	101.9
2500+	1400	1342.1	104.3	1196	1173.4	101.9
Malignant Neoplasms Except Leukemia 白血病以外の悪性新生物						
Total 計	559	544.2	102.7	505	489.3	103.2
<1000	7	9.0	77.8	10	6.5	153.8
1000-1199	24	18.4	130.4	24	13.9	172.7**
1200-1399	41	39.8	103.0	46	33.7	136.5*
1400-1599	36	46.8	76.9	36	43.7	82.4
1600-1799	53	53.2	99.6	59	44.6	132.3*
1800-1999	52	48.0	108.3	25	42.3	59.1**
2000-2499	144	117.8	122.2**	129	119.0	108.4
2500+	202	211.3	95.6	176	185.8	94.7

The death ratio differs significantly from 100 at (*=5%, **=1%, ***=0.1%) level.
死亡比はそれぞれ (*=5%, **=1%, ***=0.1%) の水準で 100 とは有意な差がある。

TABLE 8 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM MALIGNANT NEOPLASMS OF DIGESTIVE ORGANS, PERITONEUM AND UTERUS, AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS BY DISTANCE FROM HYPOCENTER AND SEX, HIROSHIMA + NAGASAKI

表8 消化器・腹膜を含む子宮の悪性新生物による死亡の観察値および期待値
年齢標準化死亡比: 爆心地からの距離・性別, 広島+長崎

Distance 距離 m	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
Digestive Organs and Peritoneum 消化器および腹膜						
Total 計	425	408.5	104.0	268	266.2	100.7
<1000	4	6.8	58.8	1	3.3	30.3
1000-1199	19	13.9	136.7	12	7.4	162.2
1200-1399	30	30.1	99.7	23	18.4	125.0
1400-1599	24	35.2	68.2	21	23.9	87.9
1600-1799	43	39.8	108.0	39	24.4	159.8**
1800-1999	40	35.9	111.4	12	23.1	51.9*
2000-2499	112	87.9	127.4**	60	64.4	93.2
2500+	153	158.9	96.3	100	101.3	98.7
Uterus 子宮						
Total 計				114	111.7	102.1
<1000				5	1.6	312.5*
1000-1199				4	3.3	121.2
1200-1399				13	7.8	166.7
1400-1599				8	10.0	80.0
1600-1799				6	10.2	58.8
1800-1999				8	9.5	84.2
2000-2499				32	26.8	119.4
2500+				38	42.5	89.4
Other than Leukemia, Digestive Organs and Uterus 白血病以外のもの, 消化器および子宮						
Total 計	134	135.6	98.8	123	111.2	110.6
<1000	3	2.2	136.4	4	1.5	266.7
1000-1199	5	4.4	113.6	8	3.2	250.0*
1200-1399	11	9.7	113.4	10	7.6	131.6
1400-1599	12	11.6	103.4	7	9.8	71.4
1600-1799	10	13.3	75.2	14	10.0	140.0
1800-1999	12	12.1	99.2	5	9.5	52.6
2000-2499	32	29.9	107.0	37	27.7	133.6
2500+	49	52.4	93.5	38	41.9	90.7

The death ratio differs significantly from 100 at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level.
死亡比はそれぞれ (*-5%, **-1%, ***-0.1%) の水準で100とは有意な差がある。

The mortality ratios for all causes of death are affected by the inclusion of deaths from leukemia, of which 30 occurred in survivors 0-1199 m in both cities. Of the 372 deaths observed from 1950 to 1960 in survivors of this distance group 8.1% are attributable to leukemia. For survivors 0-999 m, leukemia accounted for 15 deaths out of 128, or 11.7%. Since elevation of leukemia rate is well known in the heavily irradiated, the question arises whether the high mortality ratios for survivors in the zones 0-1199 m seen in Table 7, can be explained entirely on the basis of leukemia. If the ratios are adjusted to deaths from all causes except leukemia, they become 110.9 for males and 123.6 for females 0-999 m from the hypocenter; 115.8 for males and 114.7 for females in the 1000-1199 m zone. While none of these ratios exceeds 100 significantly, a combined test (sum of signed square roots of x^2) gives a normal deviate of 2.62, corresponding to 2-tail, $p < .01$. Therefore, the excessive mortality in the zones 0-1199 m is not wholly attributable to leukemia.

The elevation of the mortality ratio for all causes 0-1199 m from the hypocenter is found both in Hiroshima and Nagasaki. For males and females combined, the data are:

	Observed 観察死亡値	Expected 期待死亡値	Ratio 死亡比
Hiroshima 広島	276	224.6	122.9
Nagasaki 長崎	96	64.2	149.5

Thus, not only is the elevation roughly parallel but it is very highly significant in both cities ($p < .001$).

The mortality ratios for malignant neoplasms excluding leukemia vary irregularly with distance from the hypocenter, but, in general, are high for those 0-1399 m. However, significantly low ratios are observed for females at 1800-1999 m and significantly elevated ratios are seen for males at

両市の 0-1199 m の被爆者には 30 例の白血病死亡例が含まれているので、白血病は全死因の死亡比に影響を及ぼすことになる。1950年から1960年に観察されたこの被爆区間の死亡者 372 名のうち 8.1% が白血病である。0-999 m の被爆者では、白血病は死亡者 128 名のうち 15 名、すなわち 11.7% を占める。周知の通り多量の放射線を受けた者の白血病発病率が高いから、表 7 の 0-1199 m の高率の死亡比が白血病のみで説明できるかどうかの疑問が生じる。白血病を除く全死因による死亡比をみると 0-999 m で男 110.9、女 123.6、1000-1199 m で男 115.8、女 114.7 である。これらの死亡比のいずれも 100 との差が有意にならないが死亡比合わせて検定すると正常偏差は 2.62 となる。(符号を付したカイ自乗値の平方根の和) これは両側検定の場合の確率が .01 以下であることに相当する。したがって爆心地から 0-1199 m の死亡の増加は白血病だけに起因するものではない。

爆心地から 0-1199 m における全死因の死亡比の増加は長崎と広島の双方に認められる。男女合わせて死亡数を示すと次の通りである。

すなわち両市における死亡比の増加がほぼ対応しているのみならず、それぞれ極めて有意である ($P < .001$).

爆心地からの距離別に白血病を除いた悪性新生物の死亡比をみると不規則な変動が観察できるが、全般的にみると 0-1399 m のものに高率であるということが出来る。しかし、1800-1999 m における女子の死亡

2000-2499 m and females at 1600-1799 m. Although late radiation effects might explain the elevations 0-1399 m, the variation at greater distances probably reflects the interplay of complicated socioeconomic factors in both cities. These factors may also affect the ratios 0-1399 m, so indication of radiation effect is far from certain.

For deaths from malignant neoplasms of the digestive organs and peritoneum, the ratios are elevated, but not significantly, for both sexes in the zone 1000-1199 m (Table 8). Again, beyond 1400 m the rather irregular patterns are inconsistent by sex.

Malignancies of the uterus are not numerous, but occur more frequently in the survivors 0-1399 m. If the zones 0-1399 m are combined, the observed number of deaths 22 differs significantly at the 1% level from the expected number, 12.65. The standardized death ratio is 173.9.

For all other malignancies, death ratios are elevated in both male and female survivors 0-1399 m, but not significantly for males. For females, only the detailed comparison in the zone 1000-1199 m is significant, but combined tests of the zones 0-1199 m or the 3 zones within 1399 m reveal highly significant elevations ($P < .01$).

Calendar Time

Table 9 shows the observed and expected number of deaths from all causes and biennial ratio. Expected numbers were calculated on the basis of the whole experience, including those not in the cities ATB. The ratios are plotted in Figure 9.

The excessive mortality previously noticed in persons 0-1399 m from the hypocenter is apparently largely confined to the first 4 years of observation in the Life Span Study (October 1950-September 1954). Within other distance categories, although irregularities are seen, relative mortality after 1954 does not decline sharply as it does for males and females in the 0-1399 m zone. Females in the zone 2000-2499 m had conspicuously high mortality in 1951-52, but not so in 1953-54. Females from the zone 2500+m had significantly low mortality in 1953-54.

比は有意に低く、一方また2000-2499mの男子と1600-1799mの女子における比が有意に高い。0-1399mにおいて高率であることは放射線の後影響によって説明できるがそれよりも遠距離における変動は恐らく両市における複雑な社会経済的要因が反映したためと考えられる。さらに、0-1399mの死亡比もこれらの要因の影響を受けていると考えられるので、この資料から放射線の影響ありと結論するにはほど遠い。

消化器および腹膜の悪性新生物による死亡比が1000-1199mの男女ともに増加しているが有意ではない(表8)。1400m以遠では死亡はかなり不規則で性別も一定していない。

子宮の悪性新生物は余り多くはないが0-1399mの被爆生存者に多発している。最も近距離の3つの距離区分0-1399mを合計すると観察死亡数22は1%の有意水準で期待数12.65と差がある。標準化死亡比は173.9である。

その他のすべての悪性新生物についてみると、0-1399mの被爆者では男女ともに死亡比が高い。しかし、男子における差は有意ではない。女子の距離を詳細に分けた場合1000-1199mの地域にのみ有意差があるが、最も近距離の2区分(0-1199m)または近距離の3区分(0-1399m)を合わせて検定すると高度に有意な死亡比の上昇を認める($P < .01$)。

年次

全死因に対する観察死亡数と期待値死亡数および死亡比を2年間毎に示すと表9の通りである。期待値死亡数の計算には原爆時市内にいなかった者を含めた全死因例を用いた。死亡比を示すと図9の通りである。

爆心地から0-1399mの被爆者の高率の死亡比は前述の通りであるが、主として寿命調査開始後の最初の4年間(1950年10月-1954年9月)に限られているようだ。その他の距離区分では死亡比の年次変動が不規則であって、0-1399mの男女で観察したような1954年以降の死亡比の急激な低下は認めることができない。爆心地より2000-2499mの地域で被爆した女子では、1951-52年に死亡比の著しい上昇を認めたが、1953-54年には増加を認めることができなかった。2500m以遠の地域の女子には1953-54年に有意に低い死亡比を認めた。

TABLE 9 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL CAUSES AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS
BY BIENNIUM, DISTANCE FROM HYPOCENTER, AND SEX
HIROSHIMA + NAGASAKI

表9 全死因に対する死亡の観察値および期待値, 標準化死亡比: 2年間隔・爆心地からの距離・性別
広島+長崎

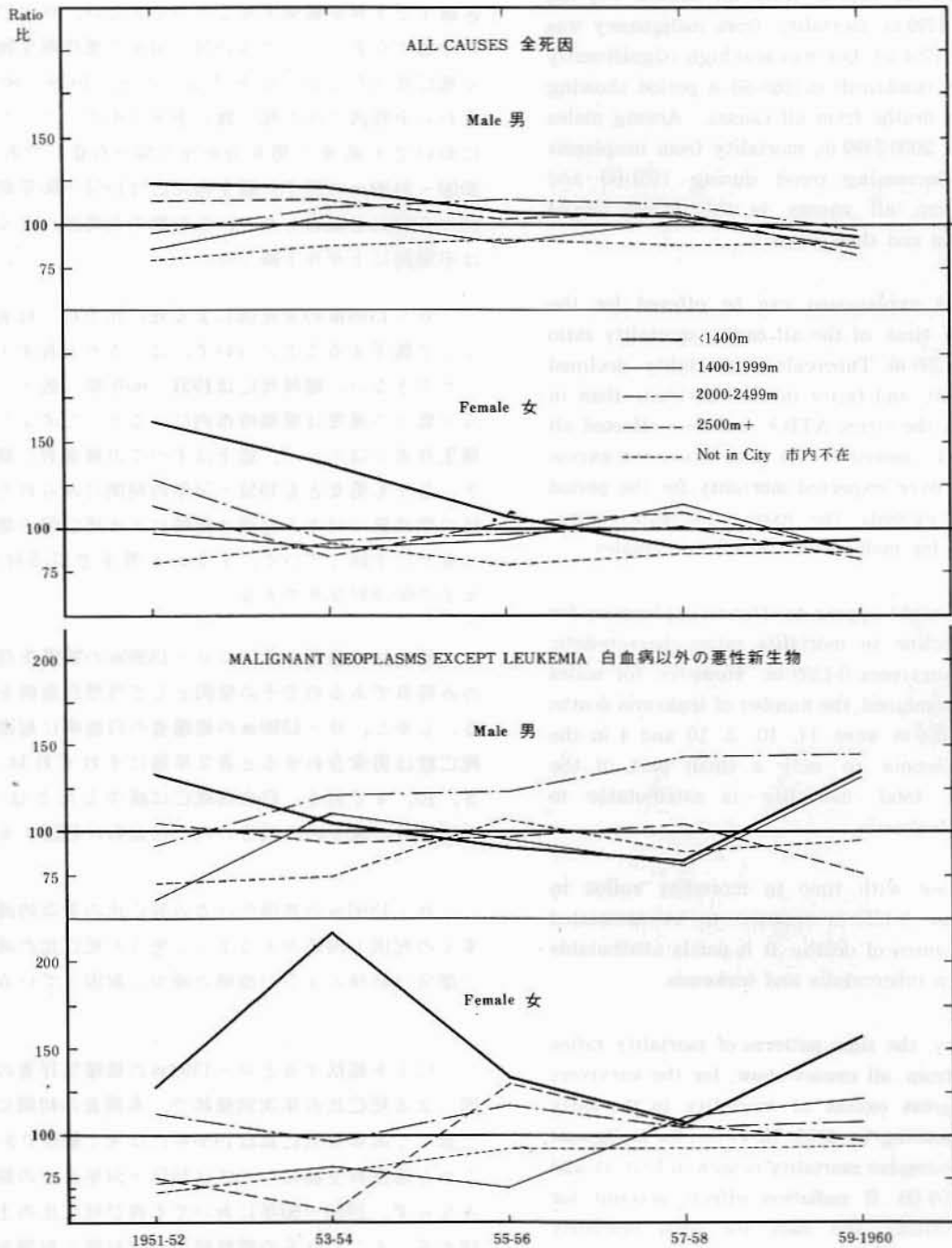
Time Period 期間	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
<1400m						
1951-52	97	78.0	124.4*	97	60.8	159.5***
1953-54	103	84.3	122.2*	91	65.5	138.9**
1955-56	95	89.9	105.7	75	69.8	107.4
1957-58	98	94.8	103.4	69	74.0	93.2
1959-60	64	67.3	95.1	53	55.1	96.2
1400-1999m						
1951-52	159	181.8	87.5	152	154.3	98.5
1953-54	203	195.0	104.1	152	168.0	90.5
1955-56	185	205.4	90.1	174	179.9	96.7
1957-58	216	214.5	100.7	218	191.7	113.7
1959-60	131	152.0	86.2	123	134.8	91.2
2000-2499m						
1951-52	148	155.5	95.2	191	150.7	126.7***
1953-54	175	161.9	108.1	157	161.2	97.4
1955-56	194	167.1	116.1	170	172.9	98.3
1957-58	187	168.3	111.1	183	181.6	100.8
1959-60	116	119.3	97.2	109	128.5	84.8
2500 + m						
1951-52	296	257.2	115.1*	240	216.2	111.0
1953-54	305	273.3	111.6	206	235.1	87.6
1955-56	295	291.0	101.4	265	255.4	103.8
1957-58	321	303.6	105.7	305	271.7	112.3*
1959-60	183	217.0	84.3*	180	195.1	92.3
Not in City 市内不在						
1951-52	79	95.5	82.7	70	78.3	89.4
1953-54	169	180.9	93.4	155	163.8	94.6
1955-56	237	259.6	91.3	202	247.1	81.7**
1957-58	248	272.7	90.9	242	262.7	92.1
1959-60	214	232.2	92.2	217	221.6	97.9

The death ratio differs significantly from 100 at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level

死亡比はそれぞれ (*-5%, **-1%, ***-0.1%) の水準で100とは有意な差がある。

FIGURE 9 DEATHS FROM ALL CAUSES AND MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS BY BIENNIMUM, DISTANCE FROM HYPOCENTER, AND SEX HIROSHIMA + NAGASAKI

図9 全死因、白血病を除く悪性新生物による死亡の標準化死亡比：2年間隔・性・爆心地からの距離別、広島+長崎



Similar data for mortality from malignant neoplasms excluding leukemia (Table 10) show the time patterns for malignancy are not the same as those for all causes. In particular, the ratios for those 0-1399 m declined from 1951 to 1958, but rose abruptly in 1959-60, a rise which finds no parallel in the ratios for deaths from all causes. For the survivors 0-1399 m, mortality from malignancy was high during 1951-54, but was also high (significantly for the sexes combined) in 1959-60—a period showing deficiency in deaths from all causes. Among males in the zone 2000-2499 m, mortality from neoplasms showed an increasing trend during 1951-60 and mortality from all causes in this group moved irregularly up and then down.

No obvious explanation can be offered for the decline with time of the all causes mortality ratio in those 0-1399 m. Tuberculosis mortality declined during 1951-60, and faster in the survivors than in those not in the cities ATB,³ but this affected all survivors and, moreover, for both sexes the excess of observed over expected mortality for the period 1951-54 far exceeds the excess for tuberculosis: 37.5 vs 14.5 for males, 60.9 vs 9.9 for females.

Leukemia might appear to offer an explanation for the rapid decline in mortality ratios characteristic only of the survivors 0-1399 m. However, for males and females combined, the number of leukemia deaths in those 0-1399 m were 14, 10, 3, 10 and 4 in the successive biennia so only a small part of the decrease in total mortality is attributable to decline of leukemia.

The decrease with time in mortality ratios in the survivors 0-1399 m appears to be associated with many causes of deaths; it is partly attributable to decrease in tuberculosis and leukemia.

In summary, the time patterns of mortality ratios for deaths from all causes show, for the survivors 0-1399 m a great excess of mortality in the early years, disappearing by 1955. However, for malignant neoplasms, excessive mortality is seen in 1951-54, and again in 1959-60. If radiation effects account for these observations, the data for total mortality suggest effects which were decreasing, much as the leukemia effect is known to do. However, the data on malignancy may suggest a long period of

白血病以外の悪性新生物による死亡について全死因の場合と同様の資料を示した(表10)。それによると悪性新生物の年次推移が全死因の場合と異なっているように思われる。特に0-1399mの被爆者の死亡比は概して1951年から1958年まで低下し、さらに1959-60年に急激な上昇が観察できる。全死因にはこれと匹敵する上昇を観察することができない。0-1399mの原爆生存者については1951-54年の悪性新生物による死亡比はたしかに高率であったが、1959-60年すなわち全死因でみた死亡数が事実上不足していた期間においても高率(男女合わせた場合有意)であった。2000-2499mの男子の新生物死亡は1951-60年間に増加する傾向を観察したが、この群の全死因による死亡は不規則に上がり下降した。

0-1399mの全死因による死亡比が時の経過に伴って低下することについては、はっきりと説明することができない。結核死亡は1951-60年間に低下しているが低下の速度は原爆時市内にいなかった者よりも被爆生存者がはやい。³ 低下はすべての被爆者に観察でき、しかも男女とも1951-54年の期間にみられた観察値の期待値に対する超過は結核による死亡例の増加をはるかに上回っている。すなわち男子で37.5対14.5、女子で60.9対9.9である。

死亡比の急速な低下は0-1399mの被爆生存者にのみ特有であるのでその原因として当然白血病を考える。しかし、0-1399mの被爆者の白血病に起因する死亡数は男女合わせると各2年毎にそれぞれ14, 10, 3, 10, 4である。白血病死亡は減少したとはいえ、全死亡数の減少の小部分のみが白血病に起因する。

0-1399mの被爆生存者の死亡比の年次的減少は多くの死因と関係があるように思うが死亡比の減少の一部分は結核および白血病の減少に起因している。

以上を総括すると0-1399mの被爆生存者の全死因による死亡比の年次別推移で、本調査の初期に認めた著しく高率な死亡比は1955年には全く観察できない。しかし悪性新生物については1951-54年までの期間のみならず、1959-60年においても再び死亡比の上昇を認める。もしこれらの観察結果が放射線の影響を示すとするならば、造白血病作用の場合と同様に全死因による死亡比から放射線の影響が減ったことが暗示され

TABLE 10 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA, AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS BY BIENNIUM, DISTANCE FROM HYPOCENTER, AND SEX HIROSHIMA + NAGASAKI

表10 白血病以外の悪性新生物による死亡の観察値ならびに期待値および標準化死亡比
2年間隔・爆心地からの距離・性別、広島+長崎

Time Period 期間	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
<1400m						
1951-52	17	12.6	134.9	13	10.2	127.5
1953-54	14	13.7	102.2	24	10.9	220.2***
1955-56	13	14.5	89.7	16	11.6	137.9
1957-58	13	15.3	85.0	13	12.4	104.8
1959-60	15	11.0	136.4	14	9.0	155.6
1400-1999m						
1951-52	19	28.9	65.7	18	24.7	72.9
1953-54	35	30.7	114.0	22	26.5	83.0
1955-56	30	32.0	93.8	20	28.3	70.7
1957-58	26	33.1	78.5	34	29.9	113.7
1959-60	31	23.3	133.0	26	21.1	123.2
2000-2499m						
1951-52	21	23.8	88.2	26	23.0	113.0
1953-54	30	25.1	119.5	24	24.3	98.8
1955-56	32	25.6	125.0	30	25.7	116.7
1957-58	36	25.6	140.6*	28	27.0	103.7
1959-60	25	17.7	141.2	21	18.9	111.1
2500+m						
1951-52	44	41.2	106.8	26	35.0	74.3
1953-54	40	43.6	91.7	21	37.7	55.7**
1955-56	44	45.8	96.1	54	40.3	134.0*
1957-58	49	47.5	103.2	45	42.6	105.6
1959-60	25	33.2	75.3	30	30.1	99.7
Not in City 市内不在						
1951-52	8	11.3	70.8	7	10.2	68.6
1953-54	20	26.6	75.2	20	34.2	58.5
1955-56	44	40.8	107.8	35	37.6	93.1
1957-58	38	43.2	88.0	36	39.8	90.5
1959-60	34	37.0	91.9	32	34.1	93.8

The death ratio differs significantly from 100 at (*=5%, **=1%, ***=0.1%) level
死亡比はそれぞれ (* = 5%, ** = 1%, *** = 0.1%) の水準で100とは有意な差がある。

incubation for some late radiation effects which are becoming manifest only by 1959-60. Such an interpretation would accord well with the Hiroshima Tumor Registry data,¹² which indicated high rates for malignancy in closely exposed Hiroshima survivors for 1957-59.

Estimated Radiation Dose

Table 11 shows the observed and expected numbers of deaths and age standardized death ratios for all causes and for malignant neoplasms excluding leukemia related to T57Dose estimate. The tables are restricted to survivors 0-1999 m from the hypocenter, since dose estimates are made only within that range. However, the expected numbers of deaths were obtained by applying to the specific age distributions in a dose class the sex-age and city-specific mortality rates for the entire observation base.

The mortality ratios are disturbed by the fact that mortality is excessive among those for whom dose is unknown because shielding could not be determined for persons who died during the early years of the study. In consequence of this bias, the death ratios appear low for those persons for whom dose estimates are available. Nevertheless, the death ratios, in general, are higher for the persons with high estimated dose than for those with low estimated dose: Among females, the ratios for the 3 dose classes above 125 rad exceed those for the classes below 125 rad; for males, the ratios for the 2 classes higher than 250 rad exceed those below that value.

Mortality ratios for malignant neoplasms excluding leukemia are, for females, much higher at doses of 125+ rad than for lower doses. However, for males, a similar elevation associated with high dose is not seen.

In Tables 12 and 13 possible associations between mortality and T57Dose are explored differently. Limiting the subjects to those with dose estimates the question was asked: "Is the average value of estimated dose higher in those who died than in those who were still alive at the time of the 1958-60 *koseki* check?" Deaths analyzed were those

る。しかし、悪性新生物に関する観察結果から放射線による造新生物作用には潜伏期が非常に長く、1959-60年になって初めて現われる場合があることを示唆する。このような解釈は1957-59年の期間に広島近距離被爆生存者に悪性腫瘍の発生率が高いことを示す広島腫瘍登録の資料¹²とよく一致する。

推計放射線量

全死因および白血病を除いた悪性新生物死亡の観察死亡数と期待死亡数および年齢標準化死亡比とT57推計線量との関係を示すと表11の通りである。爆心地より0-1999 mの地域に限って線量推計を実施したので表はこの地域内で被爆した生存者のみについて作成したものである。期待死亡数は全死亡の性、年齢、都市別の死亡率を各線量区分の年齢構成にあてはめて計算して求めた。

照射線量不明の被爆者において死亡が多く、このことが死亡比に影響を及ぼしている。これは本調査の初期に死亡した被爆者に遮蔽物調査を実施することができなかったことによる。この偏りのために推計線量がわかっている被爆者の死亡比が低くあらわれる。それにもかかわらず概して推計線量の多い被爆者の死亡比は推計線量の少ない被爆者よりも高くなっている。女子の125 rad以上の3つの線量区分の死亡比はこれ以下の線量区分を上回っている。男子の250 rad以上の2つの線量区分の死亡比はこれ以下の線量区分を上回っている。

白血病以外の悪性新生物をみると、女子の125 rad以上の線量の死亡比はそれ以下の線量の死亡比よりもはるかに高い。しかし、男子の大量線量を受けたものでは死亡比の増加は見られない。

表12および表13で死亡とT57推計放射線量との間に関係があるかどうかを幾分異なった方法で検討した。調査対象を推計線量がわかっている被爆者に限定して既に死亡した被爆者の受けた線量の平均値が1958-60年の戸籍照合の際に生存していた被爆者の受けた推計線量の平均値より多いかという問題をとり上げた。この

attributed to any natural cause by the death certificate and, separately, those attributed to malignant neoplasms excluding leukemia.

Distributions of estimated dose are extremely skewed (small numbers of estimates at very high values) so a transformation to the common logarithm of the total dose (neutron plus gamma) was employed to enable application of the standard F test criterion. This necessitated elimination of a very few persons for whom the total dose estimated was, in whole numbers, 0 rad.

場合死亡証明書において病死と報告された者と白血病以外の悪性新生物による死亡との2種類の死因群を検討した。

推計線量は極めて歪んだ分布をしている(推計値の極めて高いものが数例ある)。したがって、普通のF検定の適用ができるように総線量(中性子+ガンマ線)の常用対数値をとった。このためには、総推計線量の整数部分が0 radであった極く少数の被爆者を除く必要がおきた。

TABLE 11 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL CAUSES AND MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA BY T57 DOSE AND SEX HIROSHIMA + NAGASAKI

表11 全死因, 白血病以外の悪性新生物による死亡の観察値ならびに期待値:
T57線量・性別, 広島+長崎

T57 Dose T57 線量 Rad	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
All Causes 全死因						
Total 計	1351	1362.9	99.1	1204	1154.0	104.3
500+	44	46.7	94.2	29	29.2	99.3
250-499	75	66.6	112.6	51	49.2	103.7
125-249	104	126.1	82.5*	134	132.7	101.0
62-124	116	132.6	87.5	107	138.0	77.5**
31-61	97	126.2	76.9**	107	125.0	85.6
<31	120	151.5	79.2**	126	149.9	84.1*
Unknown 不明	795	713.2	111.5***	650	530.0	122.6***
Malignant Neoplasms Except Leukemia 白血病以外の悪性新生物						
Total 計	213	215.2	99.0	200	184.7	108.3
500+	6	8.0	75.0	10	5.5	181.8
250-499	15	11.2	133.9	13	8.8	147.7
125-249	16	21.3	75.1	32	22.5	142.2*
62-124	18	22.0	81.8	13	24.0	54.2*
31-61	16	19.4	82.5	19	19.8	96.0
<31	19	22.1	86.0	21	23.1	90.9
Unknown 不明	123	111.2	110.6	92	81.0	113.6

The death ratio differs significantly from 100 at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level.
死亡比はそれぞれ(*-5%, **-1%, ***-0.1%)の水準で100とは有意な差がある。

TABLE 12 COMPARISON OF AVERAGE LOG DOSE: THOSE ALIVE AT LAST FOLLOW-UP VERSUS DEATHS FROM ALL NATURAL CAUSES AND DEATHS FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA BY AGE, AND SEX

表12 平均対数線量の比較, 最終照合時における生存者対すべての自然死および白血病以外の悪性新生物による死亡者: 年齢・性別

HIROSHIMA 広島

Category 区分	Age at Time of Bomb 原爆時年齢															
	Male 男								Female 女							
	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Number of Persons 人数																
Alive 生存者	947	775	293	505	692	404	119	16	1046	1041	1093	1234	1065	526	174	17
Died, Natural Causes 自然死	8	14	19	32	95	110	94	28	8	11	25	35	85	65	102	48
Died, Malignant Neoplasms† 悪性新生物による死亡者	-	-	-	7	32	21	12	4	-	1	7	7	40	16	13	3
Average T57 Dose 平均 T57 線量																
Alive 生存者	1.901	1.984	2.108	1.995	1.994	2.015	1.952	1.840	1.885	1.988	1.963	1.934	2.009	1.935	1.913	1.840
Died, Natural Causes 自然死	2.068	2.108	2.066	2.077	1.963	2.010	2.061	1.958	2.137	2.054	1.996	1.943	1.931	1.972	1.967	1.973
Died, Malignant Neoplasms† 悪性新生物による死亡者	-	-	-	2.093	2.015	1.902	2.145	1.967	-	2.854	2.181	2.301	1.944	2.121	2.160	2.387
Variance Estimate 分散推定																
Alive 生存者	.2147	.2641	.2938	.2491	.2441	.2384	.2341	.2215	.2265	.2576	.2352	.2287	.2103	.2077	.1968	.1237
Died, Natural Causes 自然死	.3951	.2166	.1575	.3269	.2483	.2797	.2516	.2825	.1624	.2341	.2749	.2115	.1464	.2000	.2306	.2569
Died, Malignant Neoplasms† 悪性新生物による死亡者	-	-	-	.3771	.3574	.1843	.0622	.1367	-	.0000	.3945	.2897	.1776	.1714	.2835	.0183
Comparison: Alive vs Died, Natural Causes 生存者と自然死の比較																
Variance Ratio (F) 分散比	1.025	798	.110	.789	.333	.007	2.562	.539	2.219	.179	.116	.011	2.350	.386	.898	.986
Sign 符号	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Weight (W) 加重値	8	14	18	30	84	86	53	10	8	11	24	34	79	58	64	13
Comparison: Alive vs Died, Malignant Neoplasms except Leukemia 生存者と白血病以外の悪性新生物による死亡者の比較																
Variance Ratio (F) 分散比				.261	.054	1.072	1.845	.245		2.906*	1.394	4.087*	.780	2.591	3.623*	6.815**
Sign 符号				+	+	-	+	+		+	+	+	-	+	+	+
Weight (W) 加重値				7	31	20	11	3		1	7	7	39	16	12	3

Continued 続く

TABLE 12 Continued 表12続き NAGASAKI 長崎

Category 区分	Age at Time of Bomb 原爆時年齢															
	Male 男								Female 女							
	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Number of Persons 人数																
Alive 生存者	473	346	74	109	152	124	30	3	490	451	358	349	251	130	41	5
Died, Natural Causes 自然死	7	6	2	11	15	33	28	5	9	9	11	9	26	33	34	20
Died, Malignant Neoplasms † 悪性新生物による死亡者		1		2	1	7	2		1		1		3	10	5	1
Average T57 Dose 平均 T57 総量																
Alive 生存者	1.677	1.749	1.749	1.723	1.765	1.694	1.645	1.505	1.637	1.739	1.754	1.662	1.680	1.703	1.653	1.763
Died, Natural Causes 自然死	2.009	1.868	1.889	2.015	1.710	1.670	1.852	1.691	1.879	1.906	1.965	1.943	1.623	1.680	1.729	1.550
Died, Malignant Neoplasms † 悪性新生物による死亡者		1.146		2.118	1.591	1.825	1.863		2.303		2.520		1.592	1.724	1.771	2.220
Variance Estimate 分散推定																
Alive 生存者	.2602	.2401	.2799	.2411	.2796	.2598	.1897	.0174	.2602	.2440	.2475	.2622	.2209	.2629	.2724	.1073
Died, Natural Causes 自然死	.1375	.3236	.0050	.5133	.2284	.1968	.1959	.5501	.4260	.2982	.3272	.3904	.2834	.2527	.5316	.1645
Died, Malignant Neoplasms † 悪性新生物による死亡者		.0000		.6050	.0000	.1771	.8686		.0000		.0000		.2538	.2258	.2157	.0000
Comparison: Alive vs Died, Natural Causes 生存者と自然死の比較																
Variance Ratio (F) 分散比	2.942*	.349	.137	3.220*	.150	.062	.012	.175	1.960	1.006	1.900	2.620	.340	.051	.431	1.176
Sign 符合	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-
Weight (W) 加重値	7	6	2	10	14	26	14	2	9	9	11	9	24	26	19	4
Comparison: Alive vs Died, Malignant Neoplasms Except Leukemia 生存者と白血病以外の悪性新生物による死亡者の比較																
Variance Ratio (F) 分散比		1.509		1.255	.107	.439	.421		1.699		2.363		.104	.016	.211	1.621
Sign 符合		-		+	-	+	+		+		+		-	+	+	+
Weight (W) 加重値		1		2	1	7	2		1		1		3	9	4	1

The death ratio differs significantly from 100 at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level. 死亡比はそれぞれ (*-5%, **-1%, ***-0.1%)

† Malignant neoplasms except leukemia 白血病以外の悪性新生物

の水準で100とは有意な差がある。

TABLE 13 SUMMARY OF COMPARISONS OF AVERAGE LOG DOSE: THOSE ALIVE AT LAST FOLLOW-UP VERSUS DEATHS FROM ALL NATURAL CAUSES AND DEATHS FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA

表13 平均対数線量の比較の概要，最終照合時における生存者対すべての自然死および白血病以外の悪性新生物による死亡者

Sex 性	Living vs Deaths from all Natural Causes 生存者対すべての自然死			Living vs Deaths from Malignant Neoplasms Except Leukemia 生存者対 白血病以外の悪性新生物による死亡		
	$\sum\sqrt{WF}$	$\sqrt{\sum W}$	\bar{d}	$\sum\sqrt{WF}$	$\sqrt{\sum W}$	\bar{d}
Hiroshima 広島						
Male 男	+17.55	17.41	+1.01	+3.37	8.49	+0.40
Female 女	+10.14	17.06	+0.59	+22.21	9.22	+2.41**
Total 計	+27.69	24.37	+1.14	+25.58	12.53	+2.04*
Nagasaki 長崎						
Male 男	+9.64	9.00	+1.07	+2.69	3.61	+0.75
Female 女	+13.32	10.54	+1.26	+4.85	4.36	+1.11
Total 計	+22.96	13.85	+1.66	+7.54	5.66	+1.33
Hiroshima + Nagasaki 広島+長崎						
Male 男	+27.19	19.60	+1.39	+6.06	9.22	+0.66
Female 女	+23.46	20.05	+1.17	+27.06	10.20	+2.65**
Total 計	+50.65	28.04	+1.81*	+33.12	13.75	+2.41**

Significant at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level

死亡比はそれぞれ (*-5%, **-1%, ***-0.1%) の水準で100とは有意な差がある。

Individual city by sex by age groups for each of the 2 cause classes were tested separately. The F values have only 1 degree of freedom for the numerators and many degrees of freedom for the denominators, so distributions were very near χ^2 with 1 degree of freedom. Combined groups were tested by weighting the F value, and adding the signed square roots of the products, taking the plus sign to signify larger dose in the death cases, and a minus sign the reverse. The weights chosen were $W = \frac{nm}{n+m}$ to the nearest whole number, since these values are inversely proportional to the variances of the mean differences on the assumption of equal variances within age by cause groups. Table 12 shows the intragroup variances differ little. In Tables 12 and 13, all significance levels reported are one-tail that is, are sensitive only to deviations in the direction specified by hypothesis, that mortality increases with increasing dose.

上記の2死因群のおのおのについて両市，性，年齢階級別に検定を行なった。また各年齢階級を合わせた検定も行なった。F値が分子では自由度1，分母では自由度多数であるのでFの分布は自由度1のカイ自乗分布に近似する。各年齢を合わせた検定には荷重したF値に，死亡者の平均線量の方が大であるときにプラス，逆の場合にマイナスをつけ，これに符号をつけた平方根を合計したものをを用いた。死因別，年齢階級別に分散が等しいと仮定するとF値は平方差の分散に反比例するので荷重値として $W = \frac{nm}{n+m}$ を小数部分を4捨5入して用いた。表12および13で記載した有意水準はすべて片側検定によるものである。すなわち線量の増加につれて死亡が増加するという仮説によって指定された方向の偏差のみが発見できる。

Table 13 shows in every case considered, the average dose for those who died was larger than the average dose for those who were still alive at the most recent *koseki* check. Comparing those living vs deceased from all natural causes, the test for combined sexes is significant for Nagasaki and for the combined cities. For deaths due to malignancy excluding leukemia the comparison is highly significant for Hiroshima females, and is also significant for all combinations including Hiroshima females as well as the grand total.

None of the age-sex and city-specific comparisons are significant among Hiroshima males or Nagasaki females; however, multiple significant tests appear for Hiroshima females (malignancies) and Nagasaki males (all natural causes). Of 32 comparisons for deaths from all natural causes, 22 showed higher doses in the deceased and only 10 showed higher doses for those still living. This discrepancy corresponds to $\chi^2 = 4.5$, $p = .017$ (one-tail). The 23 comparisons involving deaths from malignancy were 18 times in favor of higher dose in the deaths and 5 in the reverse direction. $\chi^2 = 7.35$, $p = .0034$.

Acute Radiation Injury

Apparently, mortality from all causes differs little between those who reported and those who denied having signs of acute radiation injury (epilation, purpura or oropharyngeal lesions) during the first few weeks after the bombings (Table 14). However, mortality is very high among those for whom the presence of acute injury is unknown. This is a statistical artifact: Those who died in the early years of the study, before being interviewed, would be classified as unknown, while for those who lived, information could usually be obtained. The data leave much to be desired, but nevertheless convey no hint of an association between acute injury and mortality.

Burns

The data on burns (Table 15) suffer from the same deficiency as those on acute symptoms. However, they show no evidence of significant mortality differentials by distance between those who were and those who were not burned.

表13では全数を用いて検討しているが死亡した被爆者の平均線量は極く最近の戸籍照合の際にまだ生存していた被爆者の平均線量よりも多いことが明らかである。生存者と病死との比較では男女合計したものが長崎と両都市を合わせて検定した場合に有意となった。白血病を除く悪性腫瘍による死亡について平均線量の比較が広島女子の場合高度に有意となった。広島の子を含むすべての組み合わせの合計でも有意である。

年齢、性、都市別の比較で広島の男子と長崎の女子について有意差を観察できなかったが、広島の子(悪性腫瘍)および長崎の男子(病死)には有意差を示す検定の数が多い。病死について合計32の比較を行ない、22項目に死亡者の線量が多いと認められ、10項目のみに生存者に線量が多いと認められた。この相違はカイ自乗値4.5、確率.017(片側検定)に相当する。悪性腫瘍による死亡に関する合計23項目の比較で18に死亡者の線量が多いと認められ、5項目では生存者の線量が高いと認められ、この相違はカイ自乗値7.35および確率.0034に相当する。

急性放射線症

原爆後最初の2、3週間に急性放射線傷害の症状(脱毛、紫斑または口腔咽頭病変)があったと報告したものとこれを否定した被爆者の間に全死因における死亡率の差を認めることができなかった(表14)。しかし急性放射線症状の有無が不明な被爆者の死亡比は極めて高い。これは統計上の人工的産物である。すなわち本調査の初期に面接を行なった以前に死亡した被爆者は“不明”に分類されているのに対し、その時期に生存していた被爆者の多くは症状現出の有無を知ることができたためと考えられる。資料に不備な点が多ありまた急性放射線症状と死亡との関係を暗示するようなものは見られない。

火傷

火傷についての資料(表15)は急性放射線症状についての資料と同様な欠点がある。この資料の範囲内では火傷を受けた者と受けていない者との間の距離区分による死亡比に有意差を示す所見を認めることができなかった。

TABLE 14 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL CAUSES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER,
ACUTE RADIATION SYMPTOMS, AND SEX
HIROSHIMA + NAGASAKI

表14 全死因に対する死亡観察値および期待値: 爆心地からの距離・
急性放射線症状の有無・性別
広島+長崎

Distance 距離 m	Acute Radiation Symptoms 急性放射線症状								
	Present 有			Absent 無			Unknown 不明		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
Male 男									
<1400	135	138.7	97.4	273	283.0	96.5	49	6.4	760.9
1400-1999	71	84.5	84.1	677	865.2	78.2	146	24.3	601.6
2000-2499	30	33.3	90.2	513	702.4	73.0	277	53.2	521.0
2500+	25	30.1	83.1	890	1276.1	69.7	485	74.1	654.8
Female 女									
<1400	116	111.9	103.7	224	221.7	101.0	45	4.8	929.8
1400-1999	70	83.3	84.1	626	757.7	82.6	123	17.2	715.1
2000-2499	27	36.2	74.6	531	726.6	73.1	252	33.8	744.7
2500+	12	21.7	55.3	834	1145.1	72.8	350	50.0	699.4

TABLE 15 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS FROM ALL CAUSES BY DISTANCE FROM HYPOCENTER,
BURNS, AND SEX
HIROSHIMA + NAGASAKI

表15 全死因に対する観察値および期待値: 爆心地からの距離・火傷の有無・性別
広島+長崎

Distance 距離 m	Burns 火傷								
	Present 有			Absent 無			Unknown 不明		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
Male 男									
<1400	70	71.3	98.1	343	350.1	98.0	44	6.7	658.7
1400-1999	171	213.0	80.3	583	737.3	79.1	140	23.7	590.5
2000-2499	92	135.9	67.7	459	593.7	77.3	269	59.2	454.0
2500+	46	62.4	73.7	855	1224.3	69.8	499	93.6	533.4
Female 女									
<1400	53	44.7	118.5	293	290.5	100.9	39	3.2	1308.4
1400-1999	118	134.1	88.0	583	706.2	82.6	118	17.9	659.2
2000-2499	39	68.7	56.8	519	689.7	75.2	252	38.2	659.7
2500+	23	37.9	60.7	810	1100.1	73.6	363	78.8	460.7

Mortality in Relation to Location ATB

Location ATB is, firstly, an index to the amount of ionizing radiation, shielding factors apart, to which a survivor may have been subjected. Because detailed shielding analyses, and hence, dose estimates, can be prepared only for some of the survivors, main reliance has perforce been placed on distance from the hypocenter in the search for possible radiation effects on mortality rates. However, mortality rates vary with social class, and radiation effects, if present, may be confounded with mortality rate gradients rooted in socioeconomic variations.

Unfortunately, place of residence ATB or at any other uniform single time is not coded in detail. However, the exact location ATB of each survivor is on the machine tabulation cards. Hiroshima has been divided into 14 areas, Nagasaki into 6, and mortality from all causes and from malignant neoplasms excluding leukemia has been studied in relation to these areas.

Figures 10, 11 and Tables 16, 17 give brief description of the areas selected for study, show the number of person-years at risk for the present analysis, and age standardized death ratios for mortality from all causes and from malignant neoplasms excluding leukemia. The expected number of deaths in each area was calculated by applying the specific age distribution for the person-years at risk in the area to the age specific mortality rates for all survivors of the appropriate city and sex.

In Hiroshima, both sexes show quite high ratios for total mortality and deaths from cancer in Area I, which includes the hypocenter. The elevation of ratios for total mortality is statistically significant for each sex. Although the ratio for malignant neoplasms is high in Area I, the difference is not statistically significant, and an elevation of equal magnitude occurs in Area XI, 2000+m from the hypocenter. For females, only Area II is marked by a significantly high ratio for malignant neoplasms. This mixed commercial and residential area is 900-2099 m from the hypocenter.

原爆時の場所と死亡率

先ず第一に被爆者の原爆を受けた地点は遮蔽状況は別としてその生存者が受けた放射線量の指標と考えることができる。遮蔽物の詳細な解析およびこれによる線量推計は生存者の一部についてのみ行ない得るので死亡率に対する放射線の影響を研究するためにやむを得ず主として爆心地よりの距離を用いることにしている。しかし社会階級によって死亡率に差があることがわかっているので、もし放射線の影響があるとしても、それは両市の住民の社会・経済的状態の差に基づく死亡率の相違と混同されるおそれがある。

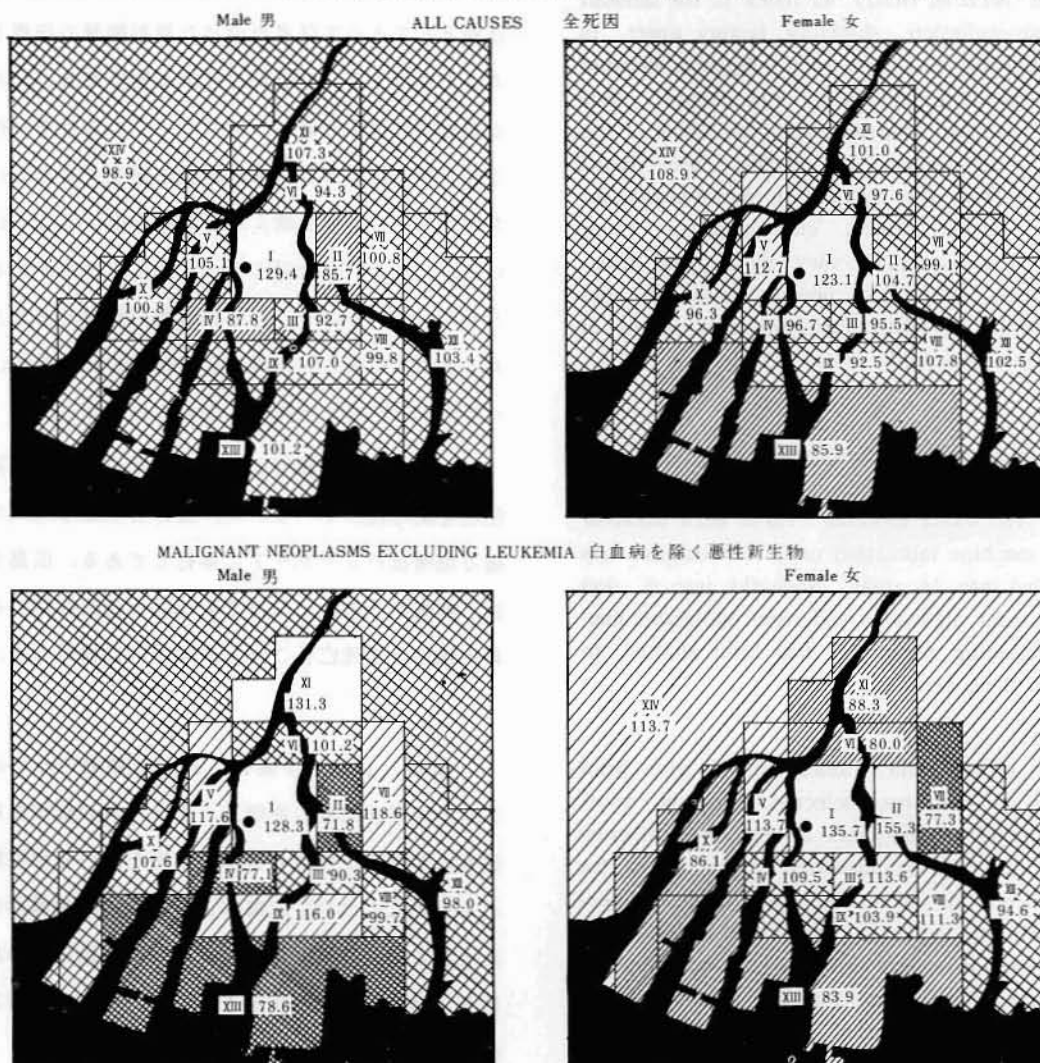
あいにく、原爆時またはその他の一時点の詳細な住所を記号化していないが、生存者が原爆時にいた正確な場所はパンチカードに穿孔してある。広島を14地区、長崎を6地区に分けて全死因と白血病以外の悪性新生物による死亡をこれらの地区別に検討した。

図10、11および表16、17には調査のために選択された地区を簡単に説明し、また今回の解析を用いた観察人年数と全死因および白血病を除いた悪性新生物による死亡について広島および長崎の年齢標準化死亡比を示した。各地区における期待死亡数はその地区の観察人年数の年齢構成をその都市、性別、全対象の年齢別死亡率にかけて算出している。

広島では爆心地を含む地区Iの全死亡と癌死亡の死亡比が男女ともに高い。全死亡の死亡比の上昇は男女とも統計的に有意である。悪性新生物については地区Iにおける死亡比は高いが、その差は統計上有意ではなく、爆心地より2000m以遠の地区XIでも死亡比は同じ程度高くなっている。女子については地区IIのみが悪性新生物について有意に高い死亡比を示す。この地区は爆心地より900-2099mのあたりで、商業住宅地域である。

FIGURE 10 AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS, ALL CAUSES AND MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA BY AREA OF LOCATION ATB AND SEX

図10 全死因および白血病を除く悪性新生物による死亡の年齢標準化死亡比：性・原爆時の場所別

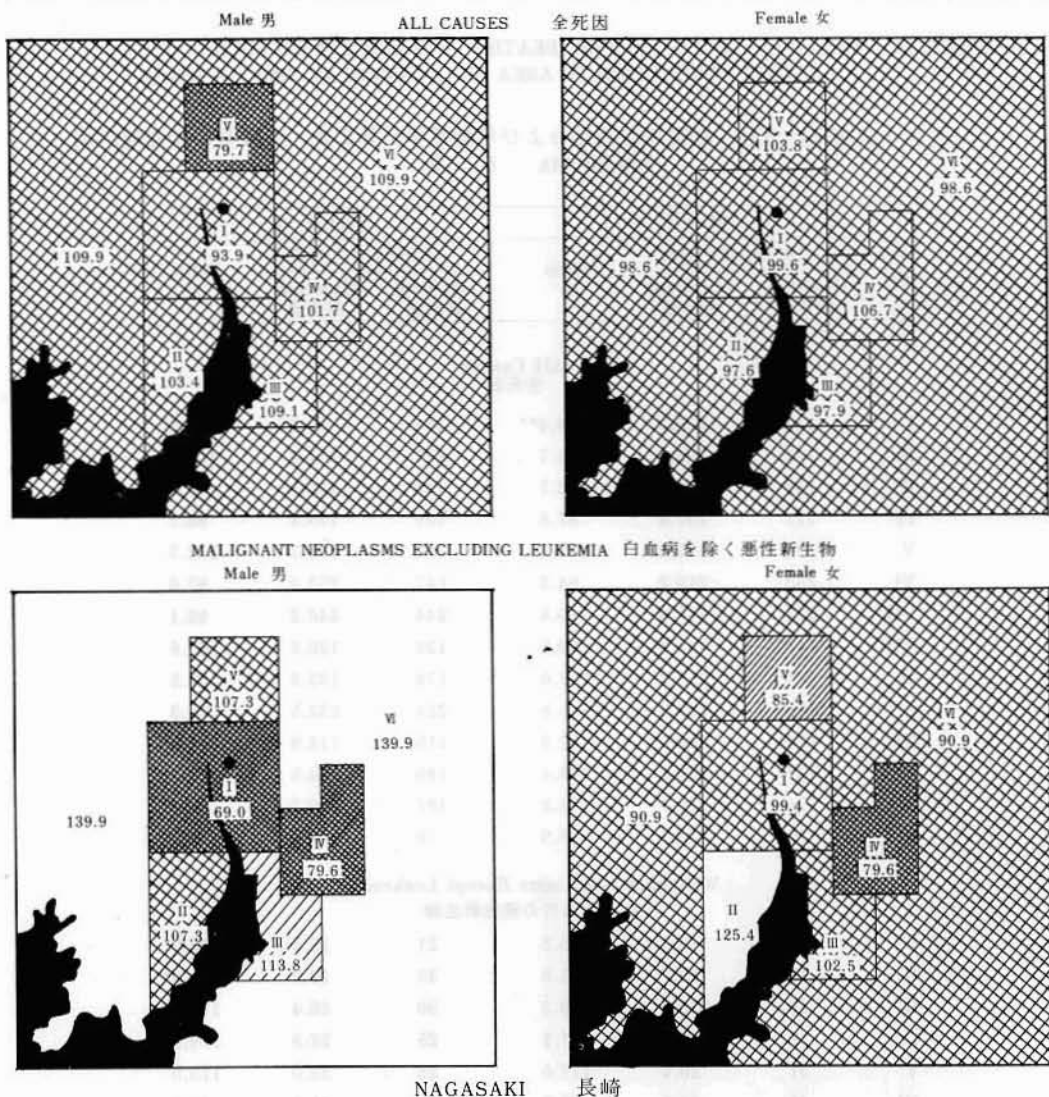


HIROSHIMA 広島

Area 地区	Person-years 観察人年数	Distance 距離	Characteristics 特性	Main Buildings 主な建造物
I	20311	<1200 m	Commercial with high population density 高人口密度の商業地区	5th Division, Department Store 第五師団 百貨店
II	22385	900-2100	Commercial Residential 商業地区 住宅地区	11th Infantry Regiment 第十一步兵聯隊
III	34051	900-2000	Commercial Residential 商業地区 住宅地区	City Hall University 市役所 大学
IV	24041	1000-3000	Residential Semirural 住宅地区 郊外地区	
V	27129	1300-2200	Residential 住宅地区	Prefectural Office 県庁
VI	47714	1500-2500	Residential 住宅地区	5th Engineer Battalion 第五工兵大隊
VII	45382	2000-3000	Residential 住宅地区	Hiroshima Station 広島駅
VIII	22776	2000-4000	Residential Semirural 住宅地区 郊外地区	Army Depot 兵器廠 被服廠
IX	41681	2000-3500	Residential 住宅地区	Technical College Division 工業専門学校
X	41480	2000-5000	Residential 住宅地区	
XI	21456	2200-3500	Semirural 郊外地区	
XII	37519	2800-5000	Semirural 郊外地区	Toyo Automobile Industry 東洋工業
XII	46355	4500+	Industrial Residential 工業地区 住宅地区	Army Transport Base Shipyard 陸軍船舶部隊 造船所
XIII	10446	4000+	Rural 農漁村地区	

FIGURE 11 AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS, ALL CAUSES AND MALIGNANT NEOPLASMS EXCEPT LEUKEMIA BY AREA OF LOCATION ATB AND SEX

図11 全死因および白血病を除く悪性新生物による死亡の年齢標準化死亡比：性・原爆時の場所別



● Hypocenter
爆心地

□ 120+

▨ 110-119

▩ 90-109

▨ 80-89

▩ <80

AGE STANDARD DEATH RATIO 年齢標準化死亡比

Area 地区	Person-years 観察人年数	Distance 距離	Characteristics 特性	Main Buildings 主な建造物
I	31452	<1800 m	Industrial 工業地区	Medical School, 三菱製鋼 三菱兵器 医大 三菱造船
II	37542	1600-5000	Industrial Residential 工業地区 住宅地区	Mitsubishi Shipyard 三菱造船
III	27274	1600-4500	Commercial 商業地区	Prefectural Office, Nagasaki Station, Nagasaki Wharf 県庁 長崎駅 長崎棧橋
IV	25220	900-2700	Residential 住宅地区	
V	24150	900-2700	Industrial Semi-rural 工業地区 郊外地区	Mitsubishi-Urakami Ordnance Plant 三菱兵器 - 浦上
VI	14599	1000+	Semi-rural Rural 郊外地区 農山村地区	

TABLE 16 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS AND AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS IN RELATION TO AREA OF LOCATION AT TIME OF BOMB

表16 観察死亡者数, 期待死亡者数および年齢標準化死亡比: 原爆時の所在地区別
HIROSHIMA 広島

Area 地区	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
All Causes 全死因						
I	142	109.7	129.4**	111	90.2	123.1*
II	115	134.2	85.7	117	111.7	104.7
III	189	203.8	92.7	144	150.8	95.5
IV	121	137.8	87.8	129	133.5	96.7
V	160	152.3	105.1	154	136.7	112.7
VI	253	268.2	94.3	247	253.0	97.6
VII	270	267.8	100.8	244	246.2	99.1
VIII	114	114.2	99.8	130	120.6	107.8
IX	273	255.2	107.0	179	193.6	92.5
X	225	223.3	100.8	224	232.5	96.3
XI	114	106.2	107.3	115	113.9	101.0
XII	237	229.2	103.4	189	184.5	102.5
XIII	274	270.7	101.2	181	210.7	85.9*
XIV	59	59.7	98.9	70	64.3	108.9
Malignant Neoplasms Except Leukemia 白血病以外の悪性新生物						
I	24	18.7	128.3	21	15.5	135.7
II	17	23.7	71.8	30	19.3	155.3*
III	30	33.2	90.3	30	26.4	113.6
IV	18	23.4	77.1	25	22.8	109.5
V	31	26.4	117.6	26	23.0	113.0
VI	45	44.5	101.2	33	41.2	80.0
VII	54	45.6	118.6	31	40.1	77.3
VIII	19	19.1	99.7	23	20.7	111.3
IX	51	44.0	116.0	33	31.8	103.9
X	40	37.2	107.6	32	37.2	86.1
XI	23	17.5	131.3	16	18.1	88.3
XII	37	37.8	98.0	29	30.7	94.6
XIII	37	47.1	78.6	31	36.9	83.9
XIV	9	9.5	95.0	12	10.6	113.7

The death ratio differs significantly from 100 at (*-5%, **-1%, ***-0.1%) level
死亡比はそれぞれ (*-5%, **-1%, ***-0.1%) の水準で100とは有意な差がある.

TABLE 17 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS AND AGE STANDARDIZED DEATH RATIOS IN RELATION TO AREA OF LOCATION AT TIME OF BOMB

表17 観察死亡者数，期待死亡者数および年齢標準化死亡比：原爆時の所在地区別
NAGASAKI 長崎

Area 地区	Male 男			Female 女		
	Deaths 死亡者数		Ratio 比	Deaths 死亡者数		Ratio 比
	Observed 観察値	Expected 期待値		Observed 観察値	Expected 期待値	
All Causes 全死因						
I	153	162.9	93.9	121	121.4	99.6
II	176	170.2	103.4	178	182.5	97.6
III	160	146.7	109.1	123	125.7	97.9
IV	106	104.2	101.7	135	126.6	106.7
V	84	105.4	79.7*	94	90.6	103.8
VI	68	61.9	109.9	81	82.1	98.6
Malignant Neoplasms Except Leukemia 白血病以外の悪性新生物						
I	13	18.9	69.0	16	16.1	99.4
II	21	19.6	107.3	31	24.7	125.4
III	20	17.6	113.8	17	16.6	102.5
IV	9	11.3	79.6*	13	16.3	79.6
V	12	11.2	107.3	9	10.5	85.4
VI	10	7.2	139.9	9	9.9	90.9

The death ratio differs significantly from 100 at (*=5%, **=1%, ***=0.1%) level
死亡比はそれぞれ (*=5%, **=1%, ***=0.1%) の水準で100とは有意な差がある。

In Nagasaki, on the contrary, Area I, which includes the hypocenter, is characterized by low mortality ratios. Areas II and III appear to have high rates for malignancy among females, and it may be more than coincidence that the character of Areas II and III in Nagasaki (mixed commercial-residential with high density) is more or less comparable with Areas I, II, and III in Hiroshima, where the ratio for malignancy also is high in females.

The data are obviously too scanty, particularly in Nagasaki, to permit definite conclusions. The Hiroshima hypocenter area apparently is characterized by high mortality, but whether this is a late consequence of radiation or results from some other characteristic of the survivors correlated with area, is impossible to say. The very different patterns in Hiroshima and Nagasaki dictate cautious interpretation.

これに反して、長崎では爆心地区である地区Iの死亡比が低い特色がみられる。地区IIおよび地区IIIでは女子の悪性腫瘍死亡率が高い。長崎における地区IIおよびIIIの特性（商業住宅地域で人口密度が高い）が女子の悪性腫瘍の死亡比の高い広島地区I、IIおよびIIIと多少類似しているのは単に偶然でないかもしれない。

調査対象数が特に長崎では不足しているので、明確な結論を下すことはできない。広島爆心地域の特色として高い死亡比を認めるが、これが放射線の後影響のためか、またその地域と関係のあるその他の要因の影響のためか、現在まだ結論するまでにいたっていない。広島と長崎の解析結果が非常に異なっているのでさらに慎重な検討が必要である。

SUMMARY

1 The sample of 99,393 persons for the JNII-ABCC Life Span Study has been completed and each member has been traced for survival to the period 1958-60

2 The survivors and those not in the cities ATB differ markedly in histories of foreign residence prior to the bombings. Foreign residence was much more frequent in the migrant comparison group.

3 Nearest the hypocenter shielding was, on the average, greater in Nagasaki than in Hiroshima. In consequence, burns and acute radiation injury were more prevalent in Hiroshima than Nagasaki for survivors in the 0-999 m zone.

4 A total of 8614 deaths were included in this analysis. The most frequently assigned causes of deaths were vascular lesions of the central nervous system and malignant neoplasms.

5 Members of the sample not in the cities ATB had lower mortality ratios than did the survivors at all distances.

6 Mortality ratios for survivors 0-1399 m were higher than for survivors at greater distances for all causes, all natural causes, tuberculosis (Hiroshima males), leukemia, and other malignant neoplasms.

7 Mortality ratios from all causes in those located 0-1399 m from the hypocenter were especially high in 1951-52, and declined thereafter. Ratios for death from malignant neoplasms in the same group declined from 1951-52 to 1957-58; and increased in 1959-60.

8 The average T57Dose was significantly larger for those who died from natural causes, or from malignant neoplasms excluding leukemia between 1950-60 than for those who were still living at the most recent check.

9 Neither burns nor the presence of acute radiation injury were associated with high or low mortality for fixed distance classes.

まとめ

1. 寿命調査の全サンプル、99,393が今回の解析の対象である。1958-60年の間の死亡率を追求した。

2. 原爆時以前の外国居住歴について被爆生存者と原爆時市内にいなかった者とを比較すると後者の市内転入の群に外国居住歴を持つものが多い。

3. 長崎至近距離被爆者には、広島より原爆時によく遮蔽されたものが多い。したがって0-999 mの地域では火傷、急性放射線症状を示した者の割合が長崎より広島の方が多い。

4. この解析で扱った死亡数は合計8614である。最も多い死因は中枢神経系の血管損傷と悪性新生物死因である。

5. 原爆時市内にいなかった者はどの距離区間の被爆者よりも低率な死亡比を観察した。

6. 0-1399 mの被爆者はこれより遠距離の被爆者より全死因、全病死因、結核（広島男子）、白血病とその他の悪性新生物の標準化死亡比が高率であることがわかった。

7. 0-1399 mの全死因の死亡比の研究は特に1951-52年にかけて著しく上昇しているが、その後低くなる。また1400 m未満の悪性新生物標準化死亡比は1951-52年から1957-58年にかけて年次とともに減少するが1959-60年にかけて再び高くなる。

8. 1950-60年間の自然死による死亡者あるいは白血病を除く悪性新生物で死亡したものが受けたと考えられるT57線量は最近の戸籍照合で生存していた被爆者の受けた線量より有意に高率であるとわかった。

9. 爆心地からの距離別にみた場合、急性放射線症状と火傷のために標準化死亡比が高くなったり、あるいは低くなったりすることのいずれも観察できなかった。

10 Variation of mortality ratios by geographic area of location ATB is considered partially attributable to social stratification in the cities. However, especially in Hiroshima, high ratios were found in the area containing the hypocenter and these may, in part, result from late radiation effects.

10. 被爆者の原爆時の地図上の座標別に標準化死亡比を求めると、死亡比の大小の一部に少なくともその地域の社会階級の影響を受けていることがわかった。それにもかかわらず広島では爆心地を含む地域で被爆したものの標準化死亡比は常に高く、放射線の影響が疑われる。

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. BEEBE GW, ISHIDA M, JABLON S: Studies of the Life Span of A-bomb survivors. 1. Plan of study and mortality in the medical subsample (Selection I), 1950-1958. Rad Res 16:253-80, 1962
(原爆被爆生存者の寿命調査. I. 調査計画と医学調査サブサンプルにおける死亡率)
3. JABLON S, ISHIDA M, BEEBE GW: JNIH-ABCC Life Span Study. 2. Mortality in Selections I and II, October 1950-September 1957. ABCC TR 01-63
(予研-ABCC寿命調査. 第2報 第1次・第2次抽出サンプルにおける死亡率の研究)
4. World Health Organization: Manual of the International Statistical Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death, 1955 Ed, Geneva, 1959
(国際統計分類提要)
5. RITCHIE RH, HURST GS: Penetration of weapons radiation, application to the Hiroshima-Nagasaki studies. 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)
6. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki Atomic bomb survivors. New Engl J Med 263:488-93, 1960
(広島および長崎の被爆生存者に関する放射線量測定)
7. OUGHTERSON AW, WARREN S: Medical Effects of the Atomic Bomb in Japan. New York, McGraw-Hill, 1956
(日本における原子爆弾の医学的影響)
8. KOHN HI, KALLMAN RF: Age, growth and the LD₅₀ of x-ray. Science 124:1078, 1956
(X線の半致死量と年齢および成長との関係)
9. BRILL AB, TOMONAGA M, HEYSSEL R: Leukemia in humans following exposure to ionizing radiation: A summary of the findings in Hiroshima and Nagasaki and comparison with other human experiences. ABCC TR 15-59
(電離放射線照射後に人間に発生する白血病: 広島および長崎における所見の総括ならびに他の照射例との比較)
10. 厚生省大臣官房統計調査部: 人口動態統計, 昭和30年, 上巻
(Vital Statistics of Japan, 1958. Vol 1)
11. US National Office of Vital Statistics: Vital Statistics of the United States, Vol 2, 1958
(米国人口動態統計)
12. HARADA T, ISHIDA M: Neoplasms among A-bomb survivors in Hiroshima: First report of the Research Committee on Tumor Statistics, Hiroshima City Medical Association, Hiroshima, Japan. J Natl Cancer Inst 25:1253-64, 1960
(広島市原爆被爆生存者における悪性新生物の疫学的観察 (第1報))

TABLE 18 JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE BY AGE AT TIME OF BOMB, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER
HIROSHIMA

表18 予研 - ABCC 寿命調査標本数: 性・原爆時年齢・爆心地からの距離別
広島

Distance 距離 m	Age 年齢								
	Total 計	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Male 男									
Total 計	30697	6769	6500	2359	3860	5297	3807	1725	380
<1000	388	53	81	49	59	73	52	19	2
1000-1199	803	140	175	65	110	148	121	34	10
1200-1399	1496	305	230	117	222	304	212	87	19
1400-1599	1786	444	295	125	207	347	230	118	20
1600-1799	2047	448	388	148	256	337	280	157	33
1800-1999	2316	438	697	175	266	343	254	116	27
2000-2499	4773	1304	912	323	496	734	612	319	73
2500+	8794	1810	1862	673	1111	1547	1153	525	113
Early Entry † 早期入市	1715	158	450	100	227	402	286	77	15
Late Entry † 後期入市	6579	1669	1410	584	906	1062	607	273	68
Female 女									
Total 計	43655	6831	8103	7390	7604	6836	3968	2239	684
<1000	535	58	149	133	71	76	30	14	4
1000-1199	1089	146	252	192	179	182	88	38	12
1200-1399	2249	321	387	392	375	399	229	120	26
1400-1599	2763	447	369	452	533	480	278	164	40
1600-1799	3111	437	656	487	522	514	303	148	44
1800-1999	2756	448	548	467	455	379	259	145	55
2000-2499	6748	1262	1059	1026	1173	1043	667	378	140
2500+	12474	1851	2346	2121	2132	2023	1182	633	186
Early Entry 早期入市	2052	141	314	385	462	418	224	93	15
Late Entry 後期入市	9878	1720	2023	1735	1702	1322	708	506	162
Male + Female 男 + 女									
Total 計	74352	13600	14603	9749	11464	12133	7775	3964	1064
<1000	923	111	230	182	130	149	82	33	6
1000-1199	1892	286	427	257	289	330	209	72	22
1200-1399	3745	626	617	509	597	703	441	207	45
1400-1599	4549	891	664	577	740	827	508	282	60
1600-1799	5158	885	1044	635	778	851	583	305	77
1800-1999	5072	886	1245	642	721	722	513	261	82
2000-2499	11521	2566	1971	1349	1669	1777	1279	697	213
2500+	21268	3661	4208	2794	3243	3570	2335	1158	299
Early Entry 早期入市	3767	299	764	485	689	820	510	170	30
Late Entry 後期入市	16457	3389	3433	2319	2608	2384	1315	779	230

† Not in city at time of bomb. Early Entry: entered city within 30 days. Late Entry: did not enter city within 30 days.
原爆時市内不在。 早期入市: <30日に入市。 後期入市: >30日に入市。

TABLE 19 JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE BY AGE AT TIME OF BOMB, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

NAGASAKI

表19 予研 - ABCC 寿命調査標本数: 性・原爆時年齢・爆心地からの距離別
長崎

Distance 距離 m	Age 年齢								
	Total 計	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Male 男									
Total 計	11007	2590	3147	941	1250	1600	1064	358	57
<1000	166	44	39	24	24	19	9	5	2
1000-1199	280	50	95	28	38	39	24	6	-
1200-1399	695	108	246	73	95	107	55	11	-
1400-1599	692	103	219	72	85	114	78	18	3
1600-1799	641	146	172	63	79	95	59	23	4
1800-1999	585	191	125	26	54	85	72	27	5
2000-2499	2053	673	595	99	118	253	205	88	22
2500+	3025	638	868	280	374	468	291	92	14
Early Entry † 早期入市	477	47	152	41	62	108	44	22	1
Late Entry † 後期入市	2393	590	636	235	321	312	227	66	6
Female 女									
Total 計	14030	2783	3989	2363	1805	1576	899	469	146
<1000	245	60	66	41	28	24	19	6	1
1000-1199	336	58	119	70	40	27	11	11	-
1200-1399	785	98	355	142	65	62	42	18	3
1400-1599	814	111	309	157	91	85	34	21	6
1600-1799	676	151	157	99	110	74	48	25	12
1800-1999	888	226	167	129	138	123	57	32	16
2000-2499	3089	681	666	433	403	442	286	138	40
2500+	3717	698	1155	644	468	394	208	112	38
Early Entry 早期入市	349	55	91	57	53	55	24	12	2
Late Entry 後期入市	3131	645	904	591	409	290	170	94	28
Male + Female 男 + 女									
Total 計	25037	5373	7136	3304	3055	3176	1963	827	526
<1000	411	104	105	65	52	43	28	11	3
1000-1199	616	108	214	98	78	66	35	17	-
1200-1399	1480	206	601	215	160	169	97	29	3
1400-1599	1506	214	528	229	176	199	112	39	9
1600-1799	1317	297	329	162	189	169	107	48	16
1800-1999	1473	417	292	155	192	208	129	59	21
2000-2499	5142	1354	1261	532	521	695	491	226	62
2500+	6742	1336	2023	924	842	862	499	204	52
Early Entry 早期入市	826	102	243	98	115	163	68	34	3
Late Entry 後期入市	5524	1235	1540	826	730	602	397	160	34

† Not in city at time of bomb. Early Entry: entered city within 30 days. Late Entry: did not enter city within 30 days.
原爆時市内不在。早期入市: <30日に入市。後期入市: >30日に入市。

TABLE 20 JNIIH-ABCC LIFE SPAN STUDY SAMPLE BY AGE AT TIME OF BOMB, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER
HIROSHIMA + NAGASAKI

表20 予研-ABCC 寿命調査標本数: 性・原爆時年齢・爆心地からの距離別
広島+長崎

Distance 距離 m	Age 年齢								
	Total 計	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70+
Male 男									
Total 計	41704	9359	9647	3300	5110	6897	4871	2083	437
<1000	554	97	120	73	83	92	61	24	4
1000-1199	1083	190	270	93	148	187	145	40	10
1200-1399	2191	413	476	190	317	411	267	98	19
1400-1599	2478	547	514	197	292	461	308	136	23
1600-1799	2688	594	560	211	335	432	339	180	37
1800-1999	2901	629	822	201	320	428	326	143	32
2000-2499	6826	1977	1507	422	614	987	817	407	95
2500+	11819	2448	2730	953	1485	2015	1444	617	127
Early Entry † 早期入市	2192	205	602	141	289	510	330	99	16
Late Entry † 後期入市	8972	2259	2046	819	1227	1374	834	339	74
Female 女									
Total 計	57685	9614	12092	9753	9409	8412	4867	2708	830
<1000	780	0000118	215	174	99	100	39	20	5
1000-1199	1425	204	371	262	219	209	99	49	12
1200-1399	3034	419	742	534	440	461	271	138	29
1400-1599	3577	558	678	609	624	565	312	185	46
1600-1799	3787	588	813	586	632	588	351	173	56
1800-1999	3644	674	715	596	593	502	316	177	71
2000-2499	9837	1943	1725	1459	1576	1485	953	516	180
2500+	16191	2549	3501	2765	2600	2417	1390	745	224
Early Entry 早期入市	2401	196	405	442	515	473	248	105	17
Late Entry 後期入市	13009	2365	2927	2326	2111	1612	878	600	190
Male + Female 男 + 女									
Total 計	99389	18973	21739	12053	14519	15309	9738	4791	1267
<1000	1334	215	335	247	182	192	100	44	9
1000-1199	2508	394	641	355	367	396	244	89	22
1200-1399	5225	832	1218	724	757	872	538	236	48
1400-1599	6055	1105	1192	806	916	1026	620	321	69
1600-1799	6475	1182	1373	797	967	1020	690	353	93
1800-1999	6545	1303	1537	797	913	930	642	320	103
2000-2499	16663	3920	3232	1881	2190	2472	1770	923	275
2500+	28010	4997	6231	3718	4085	4432	2834	1362	351
Early Entry 早期入市	4593	401	1007	583	804	983	578	204	33
Late Entry 後期入市	21981	4624	4973	3145	3338	2986	1712	939	264

† Not in city at time of bomb. Early Entry: entered city within 30 days. Late Entry: did not enter city within 30 days.
原爆時市内不在。 早期入市: < 30日に入市。 後期入市: > 30日に入市。