

JNIH-ABCC LIFE SPAN STUDY

予研 - ABCC 寿命調査

REPORT 2

MORTALITY IN SELECTION I AND II

OCTOBER 1950-SEPTEMBER 1959

第 2 報

第 I 次第 II 次抽出サンプルにおける死亡率の研究

1950年10月 - 1959年9月

SEYMOUR JABLON, MA

MORIHIRO ISHIDA, MD 石田保広

GILBERT W. BEEBE, Ph D



TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

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

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

JNIH-ABCC LIFE SPAN STUDY

予研 - ABCC 寿命調査

REPORT 2

MORTALITY IN SELECTION I AND II

OCTOBER 1950-SEPTEMBER 1959

第 2 報

第 I 次第 II 次抽出サンプルにおける死亡率の研究

1950年10月 - 1959年9月

SEYMOUR JABLON, MA

MORIHIRO ISHIDA, MD 石田保広

GILBERT W. BEEBE, Ph D

Department of Statistics

統計部



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 on the mortality for 1950-59 in Selection I and II of the JNIH-ABCC Life Span Study 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、予研-ABCC寿命調査の第1次・第2次抽出サンプルにおける1950-59年の死亡率に関するものであるが、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	
挿入図表一覧表	Page i
Introduction	
緒言	1
Collection of Data on Selection II	
選択群IIにおける資料の収集	2
Analyses of Data	
解析	7
Mortality from All Causes	
全死因の死亡率	8
Leukemia	
白血病	15
Malignant Neoplasms excluding Leukemia	
白血病以外の悪性新生物	16
Natural Causes excluding Malignant Neoplasms	
悪性新生物以外の病死	26
Other Specific Causes	
その他の死因	28
Summary	
まとめ	32
Appendix I Regression Analyses of Mortality Rates on Dose	
付録I 死亡率と線量との間の回帰分析	34
References	
参考文献	41

TABLES AND FIGURES

挿入図表

Table	1. Sample for JNII-ABCC Life Span Study by selection, city, and distance from hypocenter	Page 3
表	予研-ABCC 寿命調査サンプル数・選択群, 広島長崎および爆心地からの距離別	
	2. Period of observation for mortality JNII-ABCC Life Span Study by selection and source list	4
	予研-ABCC 寿命調査の死亡観察期間・選択群およびサンプル抽出源別	
Data for:	LIFE SPAN STUDY, SELECTIONS I AND II, HIROSHIMA AND NAGASAKI, OCTOBER 1950-SEPTEMBER 1959	
資料:	寿命調査, 選択群 I, II, 広島および長崎, 1950年10月-1959年9月	
	3. Number of deaths and death rate all causes by age, sex, city, and distance from hypocenter	10
	全死因の死亡数と死亡率・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別	
	4. Death rate all causes by age, sex, and distance from hypocenter Hiroshima + Nagasaki	14
	全死因死亡率・年齢, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎	
	5. Death rate malignant neoplasms excluding leukemia by age, sex, city, and distance from hypocenter	18
	悪性新生物死亡率(白血病を除く)・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別	
	6. Observed and expected deaths malignant neoplasms excluding leukemia by age, sex, city, and distance from hypocenter	21
	悪性新生物死亡数(白血病を除く)と期待数との比較・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別	
	7. Observed and expected deaths specified malignant neoplasms, female, by city, distance from hypocenter, and symptoms group	23
	特定悪性新生物死亡数と期待数との比較・女子・広島長崎, 爆心地からの距離および急性症状の有無別	
	8. Death rate by cause of death, sex, city, and distance from hypocenter	29
	死因別死亡率・性, 広島長崎および爆心地からの距離別	
	9. Person years of observation 1950-59 by T57Dose, and city, 0-1999m	35
	パーソン イヤー数, 1950-59年・T57線量および広島長崎別, 0-1999m	
	10. Death rate all causes, summary tests of significance, linear regressions on T57Dose 0-1999 m by age, sex, and city	37
	全死因死亡率における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析, 0-1999m, 年齢, 性および広島長崎別	

Table 11. 表	Death rate all causes observed and predicted by regression equations by T57Dose, age, sex, and distance from hypocenter 全死因死亡率と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量, 年齢, 性および爆心地からの距離別	Page 37
12.	Leukemia death rate observed and predicted by regression equations by T57Dose, age, sex, city, and distance from hypocenter 白血病死亡率と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量および爆心地からの距離別	38
13.	Death rate malignant neoplasms excluding leukemia, summary tests of significance, linear regressions on T57Dose 0-1999 m by age, sex, and city 悪性新生物死亡率(白血病を除く)における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析, 0-1999m, 年齢, 性および広島長崎別	39
14.	Death rate malignant neoplasms excluding leukemia observed and predicted, statistically significant regression equations by T57Dose, age, sex, and distance from hypocenter 悪性新生物死亡率(白血病を除く)・回帰方程式から計算した期待値との比較, T57線量, 年齢, 性および爆心地からの距離別	39
15.	Death rate natural causes excluding malignant neoplasms, summary tests of significance, linear regressions on T57Dose 0-1999 m by age, sex, and city 病死の死亡率(悪性新生物を除く)における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析, 0-1999m, 性, 年齢および広島長崎別	40
16.	Death rate natural causes excluding malignant neoplasms observed and predicted, statistically significant regression equations by T57Dose, age, sex, and distance from hypocenter 病死の死亡率(悪性新生物を除く)と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量, 年齢, 性および爆心地からの距離別	40
Figure 1. 図	Person years of observation Selection I and II combined by age, sex, and distance from hypocenter Hiroshima + Nagasaki パーソンイヤー数, 選択群I+II・年齢, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎	5
2.	Average T57Dose, gamma + neutron, number of shielding interviews by city and distance from hypocenter 平均T57線量, ガンマー線+中性子と遮蔽調査実施数・広島長崎および爆心地からの距離別	7
3.	Mortality rates, Life Span Study 1950-59 and all Japan 1950, 1955, 1960 寿命調査の死亡率(1950-59年)と全日本の死亡率(1950, 1955, 1960年)との比較	9
4.	Mortality from all causes, death rates/1000 by age, sex, city, and distance from hypocenter 全死因死亡率・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別	12

Figure 5. Mortality from all causes, death rates/1000 by age, and sex Hiroshima + Nagasaki

図	全死因死亡率・年齢および性別, 広島+長崎	Page 14
6.	Mortality from leukemia, death rates/100,000 by sex, and distance from hypocenter Hiroshima + Nagasaki 白血病死亡率・性および爆心地からの距離別, 広島+長崎	15
7.	Mortality from malignant neoplasms excluding leukemia annual death rates/1000 by age, sex, and distance from hypocenter 悪性新生物年間死亡率(白血病を除く)・年齢, 性および爆心地からの距離別	17
8.	Mortality from malignant neoplasms excluding leukemia death rates/1000 by age, sex, and distance from hypocenter 悪性新生物死亡率(白血病を除く)・年齢, 性および爆心地からの距離別	19
9.	Mortality from malignant neoplasms excluding leukemia age standardized death rates/1000 by sex, city, and distance from hypocenter 悪性新生物訂正死亡率(白血病を除く)・性, 広島長崎および爆心地からの距離別	20
10.	Mortality from malignant neoplasms excluding leukemia age standardized death rates/1000 by time, sex, and distance from hypocenter Hiroshima + Nagasaki 悪性新生物訂正死亡率(白血病を除く)・年次, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎	25
11.	Mortality from natural causes excluding malignant neoplasms death rates/1000 by age, sex, city, and distance from hypocenter 病死の死亡率(悪性新生物を除く)・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別	27
12.	Mortality from natural causes excluding malignant neoplasms death rates/1000 by age, sex, and distance from hypocenter Hiroshima + Nagasaki 病死の死亡率(悪性新生物を除く)・年齢, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎	28
13.	Mortality from tuberculosis, in survivors and those not in city age standardized death rates/1000 by time, and sex Hiroshima + Nagasaki 結核訂正死亡率・年次および性別, 広島+長崎	31
14.	Person years of observation 1950-59 by T57Dose, and city, 0-1999m パーソン イヤー数, 1950-59年・T57線量および広島長崎別, 0-1999m	35

JNIH-ABCC LIFE SPAN STUDY REPORT 2
予研 - ABCC 寿命調査 第2報
MORTALITY IN SELECTION I AND II
OCTOBER 1950-SEPTEMBER 1959

第I次第II次抽出サンプルにおける死亡率の研究
1950年10月 - 1959年9月

INTRODUCTION

The Life Span Study¹ conducted by the Japanese National Institute of Health (JNIH) and the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC) is of central importance in the investigation of the late effects of the ionizing radiation released by the atomic bombs at Hiroshima and Nagasaki in 1945. The magnitude of the task, involving individual determinations on the eligibility of 195,000 names of survivors listed in supplementary schedules to the 1950 National Census as resident in Hiroshima and Nagasaki, and of 100,000 individuals not in either city at the time of the bomb (ATB), coupled with other requirements of the Unified Program at ABCC, have led to the selection of the mortality sample in several parts. The first part (Selection I) was chosen in 1958 as the basis for the Adult Health Study,^{2,3} a continuing clinical investigation on 20,000 subjects providing comparative data on disease and specific abnormalities apparent on physical and laboratory examination. The mortality of Selection I for 1950-58, and the general plan of the study, were the subjects of the first report.¹ In this second report the additional information on Selection II, covering approximately 6000 deaths* in 70,000 subjects in the period 1950-59, is presented in combination with that for Selection I. Selection III was effected in May 1961 and brought the total sample to 99,393. In later reports the combined experience of all 99,393 subjects will be examined.

Dosimetry is estimated by methods developed by the health physics group at Oak Ridge National Laboratory.^{4,5} From location ATB, the shielding configuration, air-dose curves, and attenuation factors an estimated tentative (T57) dose is derived

緒言

寿命調査¹は1945年に広島と長崎に投下された原子爆弾放射線の後影響研究の中核をしめるものであって、国立予防衛生研究所(予研)と原爆傷害調査委員会(ABCC)の共同研究である。調査対象はABCC統合研究計画で定められた条件を満足させねばならない。そのため1950年の国勢調査付帯票に名前が記載してある195,000の広島、長崎居住の被爆者と原爆時広島長崎の非居住者100,000が研究客体として必要な条件を満足させるものかを調査する必要がおきたが、この調査のための作業量は非常に大きいので実際には調査客体を幾つかにわけて選出せざるを得なかった。まず成人健康調査サンプルを1958年に抽出した(選択群I)。成人健康調査^{2,3}は20,000人に対して長期間実施する臨床的研究であって病気や異常を臨床所見や臨床病理検査の成績から比較ができるように計画してある。すでに発表した第1報¹には選択群Iの1950-58年の死亡率と研究方法の概略が記載してある。今回の第2報では選択群Iで観察した死亡数に選択群II 70,000の調査対象から1950-59年に観察した約6000に及ぶ死亡数*を加えてこれに検討を加えた。選択群IIIは1961年5月に選出が完了し3選択群を合わせると調査の対象は99,393となる。この99,393の客体全数にもとづく死亡の検討は後報にゆずることにした。

被爆者の受けた線量の測定は Oak Ridge National Laboratory の健康物理グループの人々が計画した方法による。^{4,5} 0-1999m で被爆時屋外にいた人と軽木造建築内にいた人が受けた線量(T57)を原爆時の位置、

*The first report included 1212 deaths occurring from 1 October 1950 through 30 June, 1958. In the present report known deaths in Selection I through 30 September 1958 numbering about 1300 have been used together with the deaths in Selection II through 30 September 1959.

第1報は1950年10月1日より1958年6月30日の間に観察した1212の死亡を対象にしている。本報告では選択群Iの1958年9月30日までに観察した死亡1300と1959年9月30日までの選択群IIの死亡を合わせて検討を行なった。

for each survivor who was 0-1999m of the hypocenter, in the open or a house of light wood construction.

Mortality information has been secured from the official registers (*koseki*) maintained under the Japanese Family Registration Law and from special death notices based on Japanese Vital Statistics Death Schedules. A test of the completeness of mortality information recoverable by this process is summarized in the first report.¹ The registers were found for 99.9% of the sample, and death information was 99.3% complete. Cause of death has been coded according to the WHO International Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death,⁶ supplemented by instructions developed by the Division of Welfare and Health Statistics, Health and Welfare Ministry, and is believed to be comparable with Japanese vital statistics.* The accuracy of stated causes of death on the death certificate has been the subject of a special study by Stone and Anderson⁷ and is reviewed in the first report.¹

Since investigation of eligibility for the sample of survivors was confined to the 195,000 resident in Hiroshima and Nagasaki in 1950 and did not extend to the 89,000 survivors enumerated elsewhere in Japan, the sampling plan is subject to 2 exclusions of importance:

The entire 1945-50 experience;

The experience of Nagasaki and Hiroshima survivors who migrated prior to the census date.

COLLECTION OF DATA ON SELECTION II

The sampling sources have been described in the first report.¹ When Selection I was made, field investigation of the 195,000 resident survivors was 97% complete. At the time of Selection II it was 99.8% complete, and in August 1962 the figure was 99.9%. The 189 names thus far eluding ABCC field investigators would, if all were

遮蔽の状況、空中線量、遮蔽物質の減衰係数より爆心地からそれぞれ推計した。

死亡に関する資料は日本の戸籍法によって実施している公式の登録(戸籍)と日本の人口動態制度に基づき特に作成した死亡調査票から入手した。この方法から死亡をどの程度完全に入手できるかはすでに第1報¹に報告してあるが本籍地が判明しているものは全サンプルの99.9%におよび、また他の資料から死亡を知り得たものの99.3%について戸籍からも死亡を確認できた。死因は厚生省統計調査部作成の提要によりWHO国際疾病傷害死因分類⁶を用いて分類した。したがって本報告書の死因は日本の人口動態統計と比較ができる。* 死亡診断書死因の正確性に関してはすでにStoneおよびAnderson⁷が検討を行ないその概要は第1報¹に記載してある。

サンプル抽出のための適格性調査を国勢調査時広島、長崎の居住者の被爆者 195,000に限り、広島、長崎以外に住む被爆者の89,000まで広げなかったので、サンプル選出時に2つの除外例が生じた。すなわち、

1945-50年の全死亡;

国勢調査時以前に当該当市から転出した広島と長崎の被爆者から観察した死亡を調査の対象から除外することにした。

選択群IIにおける資料の収集

サンプル抽出源に関してはすでに第1報¹に説明してある。選択群Iの抽出時には、195,000の被爆者に対して実施すべき野外調査の97%が終了していたが、選択群IIの抽出時には99.8%が終了しており、1962年の8月にはこの数字をさらに99.9%まであげることができた。ABCCの野外調査が不可能であった例は189名

*Appreciation is expressed to Dr. Fusa Ueda of the staff of the Division of Welfare and Health Statistics, Health and Welfare Ministry, for review of ABCC coding and consultation on special problems.

厚生大臣官房統計調査部の上田フサ博士にはABCCに用いる符号並びに特殊な問題について特に御高見を受けた。ここに謝意を表する。

eligible and deceased, represent a maximum error below 3%. Field investigation of the 100,000 names of persons not in either city ATB was incomplete at the time Selection I was made, but by August 1962 only 916 individuals, or 0.9% remained to be found.

In Table 1 the steps in the accumulation of the mortality sample are shown. Selection II virtually completed the selection of subjects from the 1950 list of A-bomb survivors. For Selection III there remained chiefly the choice of additional subjects, principally in Hiroshima, for the so-called nonexposed component of the sample—that is, persons not in either city ATB. The term 'nonexposed', while convenient, is not entirely appropriate for this group because about 17% entered the cities within 30 days after the bombing and hence a small fraction may have experienced small amounts of residual radiation.⁵ However, the term *nonexposed* will be used as a contrast to *survivors*, that is, persons located in the cities ATB.

となる。しかしたとえ、この全数がサンプル抽出の規準を満足させ、かつ死亡していたとしてもこのために生ずる誤差は3%以下である。選択群Iを抽出したとき、原爆時両市にいなかった100,000名に対する野外調査はまだ完了していなかったが、1962年8月には916人、すなわち0.9%を残すだけとなった。

寿命調査サンプルの収集数を選択群別において示すと表1の通りである。選択群IIについて1950年の被爆者リストからの抽出は實際上終了した。選択群IIIで残った部分は調査の対象にとくに広島、いわゆる非被爆者群に該当するサンプル、すなわち原爆時両市にいなかったものを追加することである。非被爆者という語は便宜的なものである。非被爆者の17%のものが爆弾投下後30日以内に両市内に入っている。少なくとも一部分のものはある程度の残留放射線⁵を受けている。したがってこれらのものを非被爆者と呼ぶことは不適當であるが、本報告書では被爆者を原爆時両市にいたものと定義するに相対して非被爆者という語を使用することにした。

TABLE 1 SAMPLE FOR JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY BY SELECTION, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表1 子研-ABCC寿命調査サンプル数・選択群、広島長崎および爆心地からの距離別

Distance 距離 m	Selection 選択群	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Total 計
In city or environs ATB 原爆時市内又は近郊にいた者				
0-1999	I	6855	3125	9980
	II	14347	3503	17850
	III	127	173	300
	Total 計	21329	6801	28130
2000-2499	I	-	-	-
	II	11473	5071	16544
	III	51	73	124
	Total 計	11524	5144	16668
2500+	I	3431	1559	4990
	II	17771	5061	22832
	III	73	122	195
	Total 計	21275	6742	28017
Not in city or environs ATB 原爆時市内又は近郊にいなかった者				
Total 計	I	3433	1559	4992
	II	9054	3929	12983
	III	7741	862	8603
	Total 計	20228	6350	26578
Total 計	I	13719	6243	19962
	II	52645	17564	70209
	III	7992	1230	9222
	Total 計	74356	25037	99393

Eligible survivors located 0-2499m of the hypocenter were accepted *in toto*, regardless of age and sex, but those 2500-9999m were chosen from a much larger group of eligibles by means of random numbers and so as to reproduce the age and sex distribution of those 0-1999m. Prior to Selection III, the nonexposed segment was incomplete and the 17,975 persons of this category in Selections I and II do not have exactly the same age and sex distribution of survivors located 0-1999m from the hypocenter.

In Table 2 the observation period for mortality is displayed for Selections I and II, and in Figure 1 the number of person-years at risk for mortality is shown by age, sex, and distance from the hypocenter, Nagasaki and Hiroshima combined for Selections I + II, the basis of this report. In this accounting, a person is considered to be at risk in a given year (1 October to 30 September) if he were alive at the beginning of that year. The observation base has not been reduced to take account of those who die during the year. Thus, although the term *mortality rate* is used for convenience, what is actually being measured is the probability that a person alive at the beginning of the year will die during the year. For ease of reference each *observation year* is referred to by the calendar year in which it terminates: thus October 1950 to September 1951 is called simply 1951.

原爆時0-2499mにいた生存者のなかでサンプル選択のための条件を満足させるものは年齢、性を考慮することなく全数を調査の対象とした。しかし2500-9999mの間にいた生存者ではサンプル選択のための条件を充足しているものが多いので乱数表を用いて抽出し0-1999mのサンプルに年齢、性が一致するようにした。非被爆者のサンプルは選択群Ⅲの抽出が終わらないと完全なものとならない。また選択群Ⅰ、Ⅱに属する17,975の非被爆者の年齢、性の構成は0-1999mの生存者と必ずしも同じでない。

死亡調査の観察期間を選択群ⅠとⅡとにわけて示すと表2の通りである。また本報告書の研究対象は選択群ⅠとⅡを合わせたものであるが研究の対象を年齢、性、爆心地から距離別に長崎と広島両市を合わせてパーソンイヤー数で示すと図1の通りである。パーソンイヤー数は年頭に生存していたものでその年の10月1日から翌年の9月30日まで生存したものを計算の対象とする。その年間で死亡した場合にも分母数から死亡者を差引かない。死亡率という語を便宜上用いているが実際にはその年の年頭に生存した人が年間に死亡する確率を計算したことになる。理解を容易にするために観察期間の終りの歴年をもって観察年をあらわすことにした。すなわち、1950年10月から1951年9月の間を単に1951年と呼ぶことにする。

TABLE 2 PERIOD OF OBSERVATION FOR MORTALITY JNII-ABCC LIFE SPAN STUDY BY SELECTION AND SOURCE LIST

表2 予研-ABCC寿命調査の死亡観察期間・選択群およびサンプル抽出源別

Selection 選択群	Date of Source List 抽出年次	Number of Persons 抽出数	Period of Possible Observation 可能観察期間		Number of Years 年数
			Date 日付		
			Starting 1 Oct. 10月1日開始	Ending 30 Sept. 9月30日完了	
I	1950	19,271	1950	1958	8
	1951	525	1951	1958	7
	1953	166	1953	1958	5
II	1950	64,059	1950	1959	9
	1951	3,334	1951	1959	8
	1953	2,817	1953	1959	6

1950 Source Lists: National Census; 1st ABCC Sample Census; Nagasaki Consumers' Household Register

1950年抽出源: 国勢調査; 第1回ABCC標本調査; 長崎消費世帯台帳調査

1951 Source Lists: 2nd ABCC Sample Census

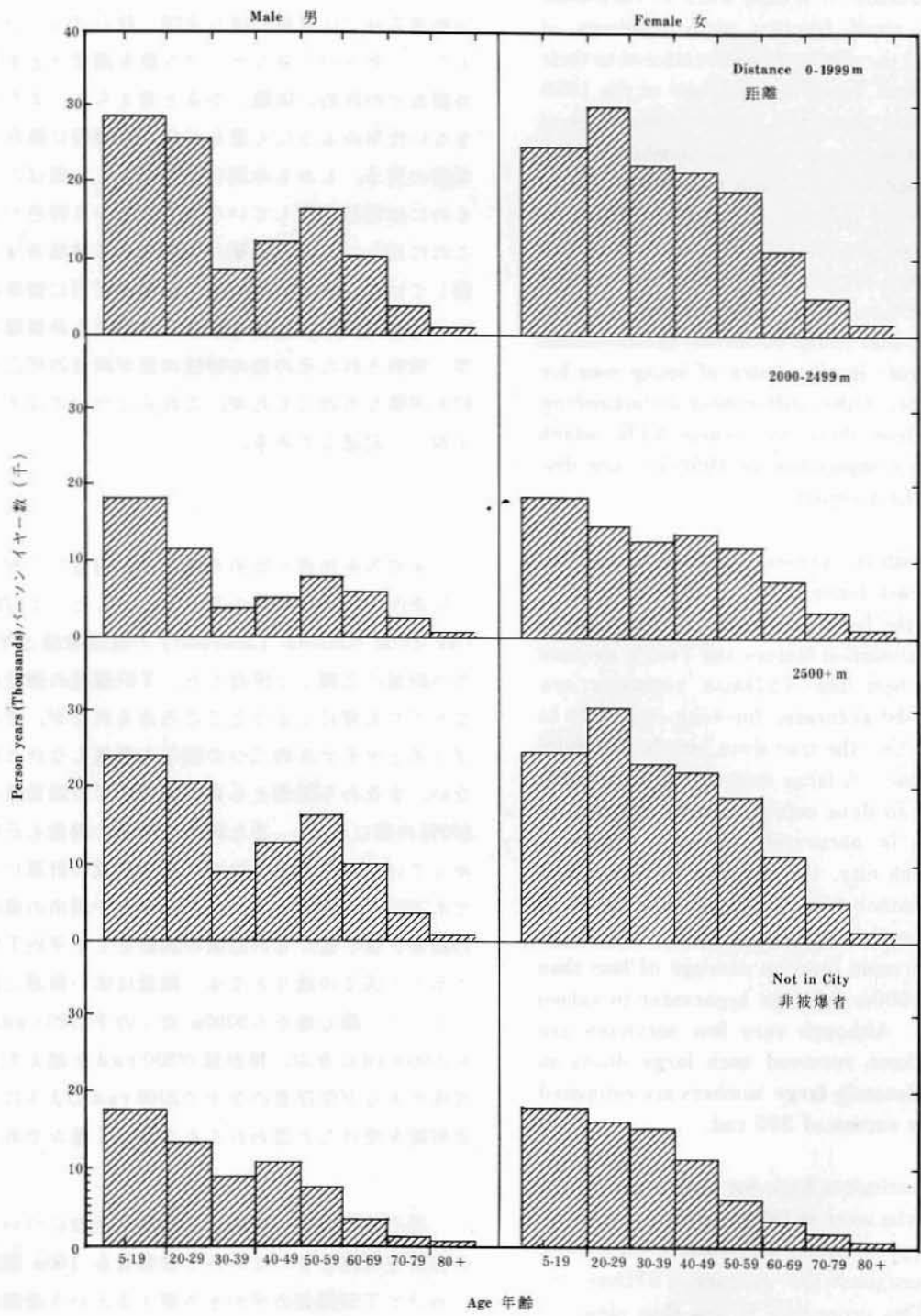
1951年抽出源: 第2回ABCC標本調査

1953 Source Lists: Hiroshima City Daytime Census

1953年抽出源: 広島市昼間人口調査

FIGURE 1 PERSON YEARS OF OBSERVATION SELECTION I AND II COMBINED BY AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER, HIROSHIMA + NAGASAKI

図1 パーソン イヤー数, 選択群 I + II ・年齢, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎



A notable feature of Figure 1 is the deficit of males at ages 20-49. This results from the fact that a very large fraction of the young adult male residents of the cities were away at the time of the bombings, for the most part in military service. Although thousands of troops were in Hiroshima ATB only a small fraction were residents of Hiroshima, and the survivors had scattered to their homes throughout Japan by the time of the 1950 census. To this date, the logistic difficulties of field investigations on an adequate number of such men have seemed too formidable to attempt. Thus, male survivors of military age ATB included in this study were almost all characterized by *not* being in military service, while most nonexposed males of these ages *were* in the military. It must be presumed that differences in health status played some role in the choice of young men for military service. Other differences distinguishing the survivors from those not present ATB, which interfere with comparisons in 1950-59, are discussed in the first report.¹

Beginning with the present report it is possible to make at least limited use of the T57Dose^{4,5} developed on the basis of the Oak Ridge National Laboratory attenuation factors and York's air-dose curves. At best the T57Dose estimates are considered to be accurate, for each city, only to a factor of 2, i.e., the true dose may be 50-200% of the T57 value. A large measure of uncertainty applies to the air-dose estimates since the yield of neither bomb is accurately known. Figure 2 shows, for each city, the average T57Dose as a function of distance from the hypocenter based on all shielding interviews through 1960. The range of dose is enormous from an average of less than 20 rad near 2000m from the hypocenter to values of 2000 rad. Although very few survivors are estimated to have received such large doses as 2000 rad, moderately large numbers are estimated to have had in excess of 300 rad.

Since dose estimates have not been prepared for all survivors who were 0-1999m of the hypocenter, as a simple approximation survivors in each 100m zone were assigned the average T57Dose for that zone. This procedure is less than ideal but it seemed likely that the inaccuracies would prove

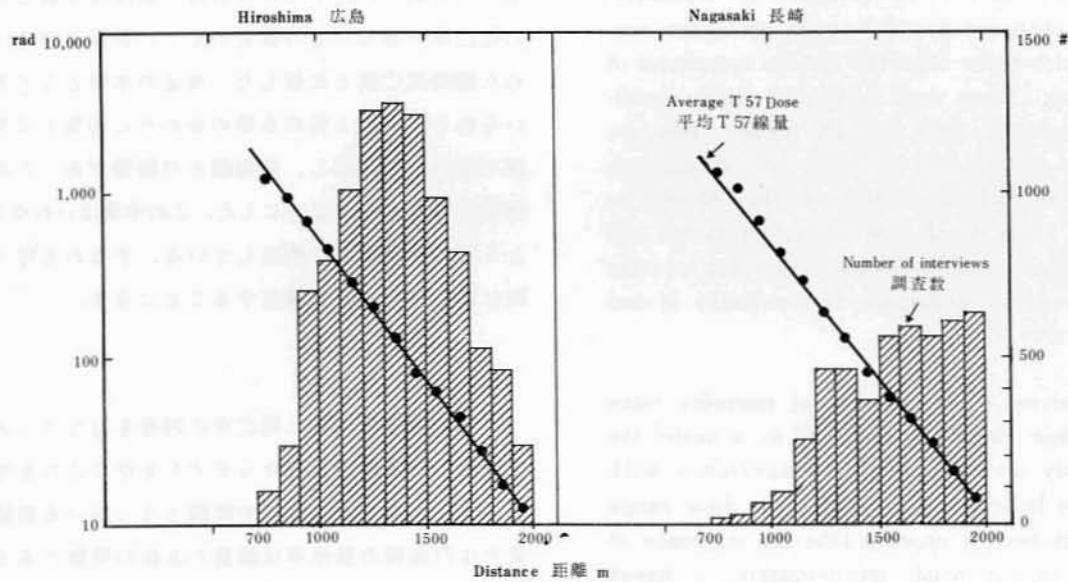
図1で注目すべきことは年齢20-49の男子の数の不足である。両市居住の男子壮年の多数が原爆時に市以外にいたためであり、この主な理由は兵役と考える。原爆時に広島に多数の軍人がいたが、この中で広島を常住地としているものはほんの僅かである。1950年の国勢調査時には故郷に帰り全国に散らばっていた。このために男子の十分なサンプル数を選ぼうとすると野外調査が指数的に困難になると考えられ、また実行できない仕事のようにも思われた。原爆時に徴兵可能な年齢の男子、しかも本調査の対象として選ばれているものには軍務に服していなかったという特色がある。これに反してこの年齢層の大部分の非被爆者は軍務に服していた。徴兵の際の壮丁採用の可否に健康状態の差が考慮されたと考えられる。被爆者と非被爆者との間に観察されたその他の特性の差が両者の死亡率の比較を困難なものにしたが、これらについてはすでに第1報¹に記述してある。

本報告を作成し始めた頃にT57線量^{4,5}が少なくとも条件つきで利用できるようになった。T57線量はOak Ridge National Laboratoryの減数曲線とYorkの空中線量に立脚して推計した。T57線量の推計は可能なかぎり正確にしようところみられたが、それでもプラスとマイナスの二つの因子を考慮しなければならない。すなわち両市とも真の線量はT57線量値の50-200%の間にある。また両市の爆弾の線量も正確にわかっていない点が多いので、空中線量の計算にさいしても不明な点が多かった。1960年まで両市の遮蔽調査の結果を爆心地からの距離の関数として平均T57線量で示すと図2の通りとなる。線量は広い範囲に散らばっていて、爆心地から2000m近くの平均20 rad以下から2000 radに及ぶ。推計値が300 radを越えたものも可成りあるが生存者のなかで2000 radのように大量の放射線を受けたと思われるものはごく僅かである。

爆心地から0-1999mの被爆者全数について線量の推計を実施していないので被爆者を100m間隔の層にわけてT57線量の平均を計算するという近似的の方法を用いざるを得なかった。この方法は決して理想的

FIGURE 2 AVERAGE T57DOSE, GAMMA + NEUTRON, AND NUMBER OF SHIELDING INTERVIEWS BY DISTANCE FROM HYPOCENTER AND CITY

図2 平均T57線量, ガンマ線+中性子と遮蔽調査実施数・広島長崎および爆心地からの距離別



to be of minor importance compared to the 150-fold variation in dose as between 700 and 2000m. It must be emphasized, however, that in view of the various problems regarding dosimetry mentioned above, it would be unwise to regard the particular numbers used for dose as more than indexes useful for internal comparisons.

Analyses of Data

Three main approaches were used:

Comparison of survivors in the zones 0-1999m, 2000-2499m; 2500-9999m from the hypocenters; and nonexposed persons;

Comparison of survivors in the zone 0-1399m with those in the zone 2500-9999m;

Analysis of the regression of mortality rates on average T57Dose for survivors 0-1999m from the hypocenters.

ではないが目的が700mから、2000mの距離の範囲で50%か200%の計算誤差のある線量を比較することであるからこの程度の不正確さは余り問題とならないと思う。しかし上記の如く線量測定に問題点が多いので特定の線量値を問題にするよりはむしろ線量相互の関係を検討するための指数として利用の方が有益である。

解析

本報告書にて実施した主な解析法を示すとつぎの通りである。

爆心地から0-1999m, 2000-2499m, 2500-9999mの被爆者並びに非被爆者とを比較する。

0-1399mと2500-9999mの被爆者を比較する。

爆心地から0-1999mの被爆者の死亡率に平均T57線量を用いて回帰解析を行なう。

Comparisons were, in general, made on an age-sex-specific basis. Statistical tests were city-specific.

Comparability of mortality rates in different groups was tested by the standard χ^2 technique, in which observed deaths in each group are contrasted with those expected on the hypothesis of equal rates. Tests were performed at the significance levels of 10% and 2% rather than the customary values of 5% and 1% to enhance detection of radiation effects if they should be present. These levels are equivalent to 5% and 1% levels for so-called one-tail tests, that is, tests directed against departure from equality in one direction only.

The analyses of regressions of mortality rates on T57Dose estimates employed as a model the reasonably well-documented experience with respect to leukemia.⁸⁻¹⁰ Within the dose range of interest here it appears that the incidence of leukemia is, at least approximately, a linear function of dose. The regression analyses tested for the existence of such linear relations.

Procedures used for estimating and testing regression parameters are given in Appendix I with the results, which were essentially no different from those based on the simpler zone comparisons. Hence only the latter are reported in the main text.

Mortality from All Causes

With 750,730 person-years of observation and 7303 deaths for Selections I + II the crude death rate was 9.7 per 1000 over the whole period. In the report¹ on Selection I, Japanese vital statistics for the period 1952-53 and 1956 were used to estimate the expected number of deaths in the sample, and resulted in an overall ratio of observed to expected deaths of 1.025. Mortality rates for Selections I + II were compared by sex with mortality rates for Japan in 1950, 1955, and 1960 (Fig. 3). The 1950-59 rates for the Life Span Study appear reasonable in the light of the changing rates for the entire Japanese population. Mortality rates for the 4 principal distance groups

比較は通常年齢一性別に行ない、また都市別に統計的検定を行なった。

各グループ間の死亡率は普通の χ^2 検定法を用いて比較した。すなわち各群の観測死亡数を各群間の死亡率が等しいとの仮定のもとに計算を行なって求めた期待死亡数と比較した。検定の水準として普通用いられる5%と1%の水準のかわりに10%と2%の水準を用いることにし、放射線との影響があった場合に発見が容易であるようにした。この水準はいわゆる1%と5%の片側検定に相当している。すなわち差が一方にある場合のみを検定することになる。

T57線量を用いた死亡率の回帰を行なうにあたって既知の白血病の資料からモデルを作りこれを使用した。⁸⁻¹⁰ 少なくともここで問題となっている範囲の線量では白血病の罹患率は線量の直線的関数であるとみなすことができる。検定にはこの直線的関係を回帰解析に利用した。

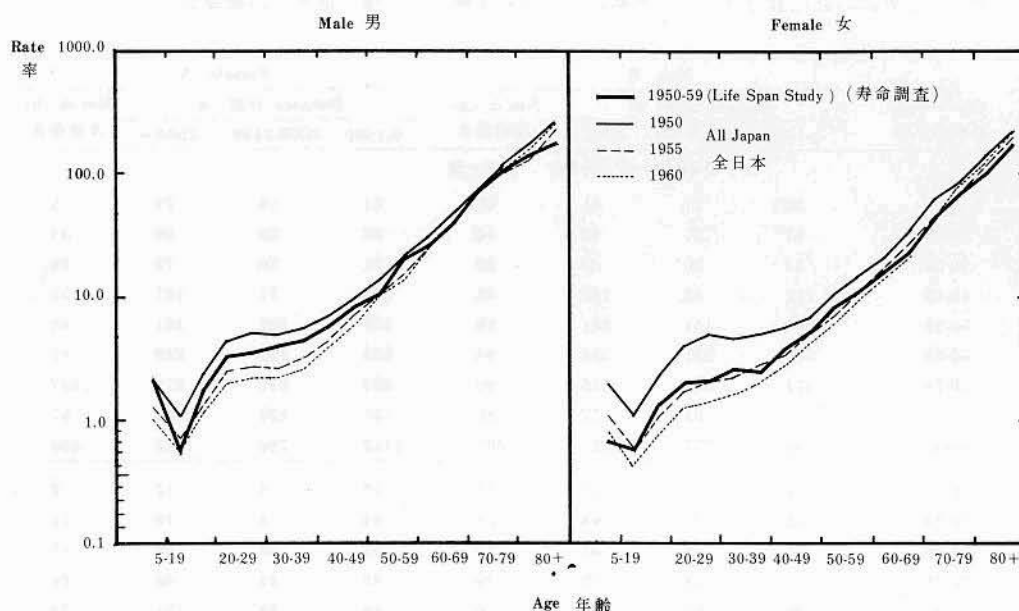
レグレションパラメーターの計算法と検定結果は付録Iに示してある。報告書の本文に普通の距離群間の比較だけを記述したがこの結果と回帰解析の結果の間には本質的の差が認められなかった。

全死因の死亡率

選択群IとIIを合わせて750,730のパーソンイヤー数と7303の死亡数から全期間の死亡率を計算すると1000対9.7になる。選択群Iについての報告書¹では1952-53年および1956年の日本人口動態統計を用いて期待値の計算をし、この期待値と観察値とを全死亡について比較し1.025という数値を得た。選択群IとIIを合わせた死亡率を男女別に1950, 1955と1960年の日本全国の死亡率と比較した(図3)。本寿命調査で観察された1950-59年の死亡率は全日本人の死亡率の年次変化を考慮に入れると比較的よく一致しているといえる。距離別にわけた主な4群の間の

FIGURE 3 MORTALITY RATES, LIFE SPAN STUDY 1950-59 AND ALL JAPAN 1950, 1955, 1960

図3 寿命調査の死亡率(1950-59年)と全日本の死亡率(1950, 1955, 1960年)との比較



are compared in Table 3 and Figure 4. Little difference was noted among the 3 distance classes of survivors but, as previously reported,¹ in both cities the nonexposed have lower mortality rates, particularly at ages 30-39 where the rates are much lower than at ages 20-29. In Hiroshima differences between nonexposed and survivors are found consistently in each of the decade age ranges from 30-69. In Nagasaki the data are similar, but the differences are of smaller magnitude. It should be pointed out that, the first report used age ATB, but the present report uses age at observation.

Investigation of the age group 30-39, where the discrepancy between survivors and nonexposed is greatest, reveals that the difference arises from deficits among the nonexposed in many causes of death but principally from tuberculosis. A total of 35 deaths would be expected in Hiroshima males of this age on the basis of the rates for survivors. Only 15 were observed. The deficit of 20 deaths represents 9 for tuberculosis, 2 each for accidents,

死亡率を比較すると表3と図4に示す通りである。被爆者の3群間に僅かであるが死亡率の差が観察できた。また前報¹に記述してあるように非被爆者の死亡率は両市とも低く、特に30-39才の死亡率は20-29才の死亡率より低いことが注目される。広島非被爆者の死亡率を10才階級でみると30-69才範囲ではどの年齢階級でも被爆者より低率である。長崎でもただ両者の死亡率の差が少ないのを除けば広島と全く同様の傾向が観察できた。ここで第1報には原爆時年齢を用いているが本報告書では観察時の年齢を用いていることを指摘しておく必要がある。

被爆者の死亡率と非被爆者の死亡率との差が最も大きい30-39の年齢階級の検討を加えると非被爆者では種々の死因特に結核死亡が少なく、このために死亡率に差が生じたことがわかる。しかし、被爆者の死亡率から計算すると広島市の年齢階級では35の死亡が観察されるべきであるのに実際の死亡数は15に過ぎない。20の不足の内容は9例の結核、2例づつの災

TABLE 3 NUMBER OF DEATHS AND DEATH RATE ALL CAUSES BY AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表3 全死因の死亡数と死亡率・年齢，性，広島長崎および爆心地からの距離別

City 市	Age at Observation 観察時年齢	Male 男				Female 女			
		Distance 距離 m			Not in city 非被爆者	Distance 距離 m			Not in city 非被爆者
		0-1999	2000-2499	2500+		0-1999	2000-2499	2500+	
		Number of Deaths				死亡数			
Hiroshima + Nagasaki 広島 + 長崎	5-19	33	21	41	23	31	16	29	5
	20-29	67	37	99	44	62	29	80	33
	30-39	53	20	48	20	71	39	73	28
	40-49	112	43	102	64	102	71	107	50
	50-59	265	141	261	89	182	137	181	45
	60-69	325	237	384	98	238	155	228	85
	70-79	314	213	315	90	289	210	271	137
	80+	79	65	77	39	137	123	143	97
	Total 計	1248	777	1327	467	1112	780	1112	480
Hiroshima 広島	5-19	24	12	27	17	16	6	12	2
	20-29	44	21	64	28	44	16	59	11
	30-39	38	13	31	15	51	30	54	17
	40-49	85	33	82	39	83	41	88	29
	50-59	206	102	203	56	149	98	151	23
	60-69	256	172	313	65	193	99	180	55
	70-79	271	162	261	67	239	150	215	102
	80+	70	52	72	34	108	93	116	71
	Total 計	994	567	1053	321	883	533	875	310
Nagasaki 長崎	5-19	9	9	14	6	15	10	17	3
	20-29	23	16	35	16	18	13	21	22
	30-39	15	7	17	5	20	9	19	11
	40-49	27	10	20	25	19	30	19	21
	50-59	59	39	58	33	33	39	30	22
	60-69	69	65	71	33	45	56	48	30
	70-79	43	51	54	23	50	60	56	35
	80+	9	13	5	5	29	30	27	26
	Total 計	254	210	274	146	229	247	237	170
		Death rate/1000				死亡率/1000			
Hiroshima + Nagasaki 広島 + 長崎	5-19	1.39	1.12	1.71	1.27	1.28	.87	1.18	.27
	20-29	3.19	3.10	4.69	3.22	2.06	1.91	2.63	2.01
	30-39	6.01	4.86	5.25	2.20	3.17	3.00	3.14	1.74
	40-49	8.84	7.49	7.81	5.75	4.65	5.11	4.77	4.39
	50-59	16.46	17.11	15.87	11.11	9.63	11.26	9.31	6.70
	60-69	31.01	38.57	36.60	29.09	21.63	20.33	20.19	22.03
	70-79	84.82	84.32	85.64	79.09	59.78	58.84	54.21	53.77
	80+	140.6	179.1	138.5	234.9	137.6	143.0	131.7	130.9
	Total 計	12.0	12.6	12.6	10.5	8.3	8.4	8.0	7.2

Continued 続<

TABLE 3 Continued 表3 続き

City 市	Age at Observation 観察時年齢	Male 男				Female 女			
		Distance 距離 m			Not in city 非被爆者	Distance 距離 m			Not in city 非被爆者
		0-1999	2000-2499	2500+		0-1999	2000-2499	2500+	
Hiroshima 広島	5-19	1.35	.98	1.51	1.41	.91	.51	.67	.17
	20-29	3.06	2.83	4.44	3.34	2.14	1.64	2.84	1.12
	30-39	6.06	4.07	4.76	2.35	2.91	3.25	2.99	1.55
	40-49	8.84	7.24	8.30	4.89	4.56	3.99	4.73	3.71
	50-59	16.47	16.50	15.97	10.01	9.37	11.49	9.22	4.96
	60-69	30.29	36.58	37.20	26.51	20.47	18.57	18.61	20.25
	70+	92.81	94.61	91.01	97.12	69.40	72.69	63.31	68.06
	Total 計	11.9	12.0	12.6	9.9	7.9	7.9	7.6	6.5
Nagasaki 長崎	5-19	1.49	1.37	2.30	1.00	2.26	1.50	2.52	.45
	20-29	3.50	3.54	5.21	3.03	1.89	2.37	2.18	3.31
	30-39	5.89	7.58	6.49	1.87	4.08	2.40	3.64	2.16
	40-49	8.83	8.45	6.28	7.93	5.07	6.32	4.95	5.91
	50-59	16.41	18.95	15.55	13.64	11.03	10.71	9.79	10.57
	60-69	34.02	45.05	34.13	35.99	28.57	24.41	29.63	26.27
	70+	88.1	102.1	102.6	106.1	95.2	82.9	96.8	81.7
	Total 計	12.2	14.3	12.9	11.9	10.4	9.6	10.4	9.3

Death rate all totals age standardized to the total observation base. 死亡率年齢訂正は全調査対象について行なった

leukemia, diseases of the digestive system and a residual class, and 1 each for infectious and parasitic diseases other than tuberculosis, vascular lesions of the central nervous system, and heart disease. There were no deaths in this age group from malignant neoplasms other than leukemia, among survivors or nonexposed.

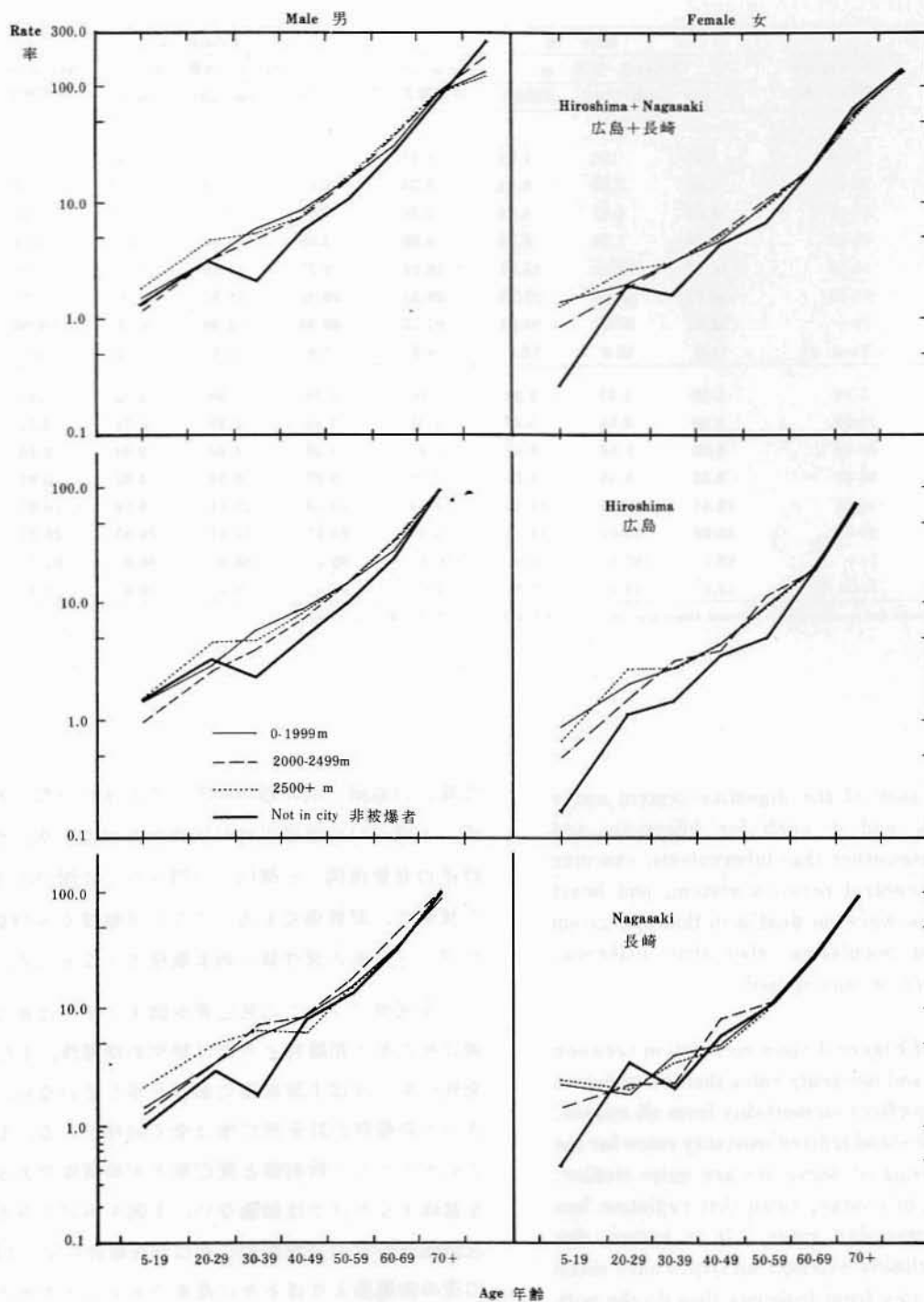
The curves of Figure 4 show no relation between distance class and mortality rates that is consistent with a radiation effect on mortality from all causes. Indeed, the age-standardized mortality rates for the 3 distance groups of survivors are quite similar. This does not, of course, mean that radiation has no effect on mortality rates. It is known, for example, that closely exposed survivors have much higher death rates from leukemia than do the non-exposed or those located beyond 1400m. What it

害死, 白血病, 消化器の疾患, その他に分類される死因, 1例ずつの結核以外の伝染病及び寄生虫, 中枢神経系の血管損傷, 心臓病に分類される死因である. また被爆者, 非被爆者を通じてこの年齢層から白血病をのぞくと1例の悪性新生物も観察できなかった.

全死因についての死亡率を図4に示したがこの曲線は死亡率と距離群との間に特別の関連性, すなわち, 全死亡率に及ぼす放射線の影響を示していない. 事実3つの距離群の訂正死亡率は全く同様である. しかしこれがただちに放射線と死亡率とが無関係であることを意味するわけでは勿論ない. 1例をあげてみると至近距離被爆者の白血病死亡率は非被爆者あるいは1400m以遠の被爆者よりはるかに高率であることがわかっている. 上記のことから, 1950-59年の放射線の影響を

FIGURE 4 MORTALITY FROM ALL CAUSES, DEATH RATES/1000 BY AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図4 全死因死亡率・年齢、性、広島長崎および爆心地からの距離別



does mean is that effects in the 1950-59 period must be sought among persons whose average dose was higher than the average for all those located 0-1999m and also, possibly, that the search must be more sharply focused on deaths from particular causes, which are otherwise submerged among a larger number of deaths unrelated to radiation. At this stage of the analysis it appears that the obvious and large differences between the nonexposed and the survivors reflect their initial lack of comparability, apart from radiation. The lack of comparability is most easily explicable on the basis of selective mechanisms affecting migration.

In order to sharpen the view of any possible effect of radiation on total mortality, in Table 4 and Figure 5 survivors 0-1399m are compared with those located 2500-9999m from the hypocenter. The only significant differences are for males aged 5-9 and for females aged 70-79. The findings for males aged 5-9 largely reflect Hiroshima data where there are 8 deaths compared with 1 expected on the basis of rates for all survivors at these ages. No particular pattern is discernible in the causes to which these 8 deaths are ascribed: 2 each were attributed to trauma, diseases of the digestive system, and a residual class; and 1 each to infectious diseases (excluding tuberculosis) and leukemia. However, there is a similar, if smaller, discrepancy in the rates for females aged 5-9. For Hiroshima females aged 70-79, the difference is significant at the 0.05 level ($\chi^2 = 5.12$). For survivors 0-1399m 70 deaths were observed while 56 would be expected at the rate for females located 2500-9999m. Again, the excess of 14 deaths appears to be distributed over a wide variety of causes: 3.8 attributed to vascular lesions of the central nervous system, 4.2 to neoplasms, including 1 leukemia; 2.4 to nephritis and nephrosis; and 1.4 to respiratory disease.

Thus, in some age and sex groups higher mortality is found among survivors nearest the hypocenter but the only consistent finding is the higher rate for those aged 5-9 at observation.

観察する場合 0-1999m の被爆者が受けた平均よりも多量の線量を受けた人を観察の対象とし、また特定の死因に絞ることが必要であることがわかる。特定の死因に限らないと影響のある死因を放射線に無関係な多くの死因の中に混ぜてしまうことになる。今回の解析から被爆者と非被爆者との間に明らかな、しかもかなりの死亡率の差を観察したが、しかしこの差はむしろ放射線のためと解するよりは初めから両群の比較性の欠如に反映して生じたものと解すべきである。転出に関連している選択機序を考えると、この両群の比較性の欠如がよく理解できる。

放射線の総死亡に対する影響をできるだけはっきりと表わすために、爆心地から 0-1399m の被爆者の死亡率を 2500-9999m の被爆者と比較して表 4 と図 5 に示した。死亡率の差が有意であったのは年齢階級 5-9 の男子と 70-79 の女子だけである。5-9 の男子にみられた有意差は主として広島資料が反映したものである。全被爆者の死亡率から計算すると、この年齢層の期待死亡数は 1 であるのに死亡数 8 を観察した。しかしこの 8 の死亡のなかに特別の死因が多いということは観察できなかった。2 例ずつの外傷、消化器の疾患、その他の死因、1 例ずつの伝染病（結核ではない）と白血病である。また女子の 5-9 でも率のくいちがいは少ないが同様の傾向を観察した。広島女子の 70-79 年齢階級で観察された差は 0.05% の水準 ($\chi^2 = 5.12$) で有意である。2500-9999m の死亡率をもとにして計算すると 0-1399m の被爆者から 56 名の死亡者が期待されるはずである。実際に観察した死亡数は 70 である。14 の超過死亡数は色々の死因に散らばっている。観察値と期待値の差は中枢神経の血管損傷 3.8 名、新生物（白血病 1 名を含む）4.2 名、腎炎とネフローズ 2.4 名、呼吸器系の疾患 1.4 名である。

上記の如くいくつかの性一年齢階級で高率の死亡率が至近距離被爆者に観察できた。しかし男女を通じて高率であった唯一の年齢階級は観察時の年齢 5-9 だけである。

TABLE 4 DEATH RATE ALL CAUSES BY AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER
HIROSHIMA + NAGASAKI

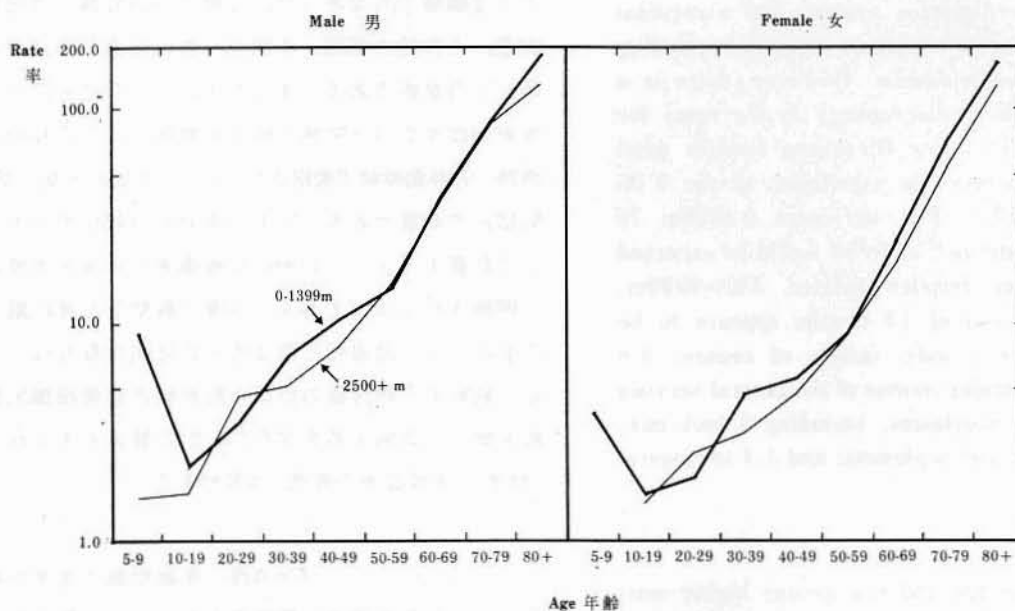
表4 全死因死亡率・年齢，性および爆心地からの距離別，広島+長崎

Age at Observation 観察時年齢	Male 男		Female 女	
	Distance 距離 m		Distance 距離 m	
	0-1399	2500+	0-1399	2500+
5-9	9.01	1.59	3.59	-
10-19	2.26	1.73	1.54	1.41
20-29	3.63	4.69	1.95	2.63
30-39	7.32	5.25	4.72	3.14
40-49	10.4	7.8	5.6	4.8
50-59	15.0	15.9	9.1	9.3
60-69	37.4	36.6	24.3	20.2
70-79	87.6	85.6	71.8	54.2
80+	172.00	138.00	163.00	132.00
Total 計 †	14.2	12.6	9.8	7.9

† Age standardized to the total observation base
年齢訂正は全調査対象について行なった

FIGURE 5 MORTALITY FROM ALL CAUSES, DEATH RATES/1000 BY AGE, SEX, AND
DISTANCE FROM HYPOCENTER HIROSHIMA + NAGASAKI

図5 全死因死亡率・年齢および性別，広島+長崎



Leukemia

As in the previous report,¹ interest in leukemia is more methodologic than substantive in view of the extensive investigations of others⁸⁻¹⁰ using much more precise observations than death notice diagnoses. The death rates for the two cities combined are shown in Figure 6. For survivors 0-1399m rates for males are about twice those for females. The various rates are based on only 64 deaths in total, of which all but 18 were among survivors 0-1999m; hence the rates are not very stable for those 2500-9999m and nonexposed persons.

The remarkable features of the data are, not only the enormously increased leukemia rates among survivors 0-1399m, but also the absence of any noticeable increase in risk for those in the 1400-1999m zone, where the radiation dose ranged up to 100 rad, although the average dose for all persons in this zone is probably about 30 rad.

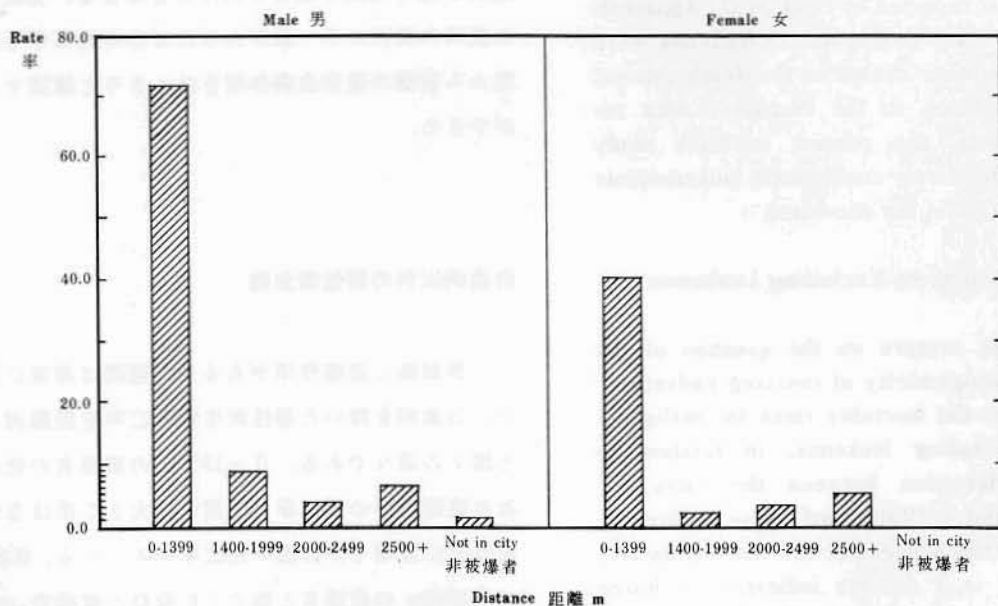
白血病

白血病については死亡診断書に記載してあるよりも、詳細な観察資料にもとづき規模が大きい研究⁸⁻¹⁰を実施しているので前報¹に示した如く本報告書では白血病と放射線の関係を検討するよりむしろ死亡診断書を利用できるという方法論に重点をおいた。白血病の死亡率を両都市合わせて示すと図6の通りである。爆心地から0-1399mの被爆者における男の死亡率は女の2倍にあたる。表の諸率は全数合わせても64にすぎない死亡数から計算したもので、またそのうち18は0-1999mの死亡者である。2500-9999mまたは非被爆者についてみると率が凹凸している。

死亡診断書から導きだした特に注目すべき所見は0-1399mの被爆者に非常に高率な白血病死亡率を観察したことだけでなく、最高100rad、平均すると30rad程度の線量を受けたと考えられる1400-1999mの階層の被爆者に率の上昇が観察できなかったことである。

FIGURE 6 MORTALITY FROM LEUKEMIA, DEATH RATES/100,000 BY SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER, HIROSHIMA + NAGASAKI

図6 白血病死亡率・性および爆心地からの距離別、広島+長崎



The leukemia death rate in Japan in 1956 was about 25/million for both sexes combined.¹¹ In the zone 1400-1999m, 159,000 person-years of observation are presently available so that about 4 leukemia deaths would be expected at population rates. If the leukemogenic effect of radiation is assumed to be 1 case per million per annum per rad,¹² there would be expected about 4.8 radiation induced leukemias in this zone. Thus a total of 8.8 cases, both naturally occurring and radiation induced, would be expected on these assumptions. Actually, 7 leukemia deaths were observed. This observed number is, in a probability sense, consistent with an expectation of either 4.0 or 8.8 cases. The paucity of numbers forbids drawing any conclusion, positive or negative, from these data, regarding a leukemogenic effect in the zone 1400-1999m.

The leukemia rates in the present study for all survivors in the 0-1999m zone were 20 and 18 per 100,000 for Hiroshima and Nagasaki, respectively. These may be compared with the rates of 19 for Hiroshima and 30 for Nagasaki which can be calculated from the report of Brill *et al.*¹⁰ for 1947-58. The agreement between the 2 studies for Hiroshima is very close - but the mortality study rate for Nagasaki is little more than 60% of that reported by Brill, *et al.* Apparently in Nagasaki many deaths due to leukemia were reported under other causes on the death notices. Despite deficiencies in the Nagasaki data regarding leukemia, the present mortality study nevertheless, decisively confirms the leukemogenic effect of radiation in the survivors.

Malignant Neoplasms Excluding Leukemia

Much interest centers on the question of the possible carcinogenicity of ionizing radiation. Figure 7 shows the mortality rates for malignant neoplasms, excluding leukemia, in relation to distance. Differences between the rates for survivors located 0-1999m and those at greater distances from the hypocenter are not impressive, although there is a definite indication of lower rates among the nonexposed. In Hiroshima, of 16 sex-and-age specific comparisons between the 0-1999m group and the other 2 distance classes

1956年の日本における男女合計した白血病死亡率は人口100万対25である。¹¹ 1400-1999mの階層の被爆者のパーソンイヤー数は159,000であるので上記の率を用いて計算すると白血病死亡は4名となる。もし、放射線の造白血病作用を年間1 radについて100万人につき1名の白血病が増加する程度だと仮定¹²するとこの階層の白血病期待死亡数の増加は4.8である。自然発生と放射線のための増加を合わせるとこの階層に8.8名の白血病死が期待できるが、実際の死亡数は7である。この7の死亡数を確率という立場からみると4.0あるいは8.8のいずれの期待値とも一致しているといえる。白血病の死亡数が少ないため1400-1999mの階層の放射線の造白血病作用については肯定も否定もできない。

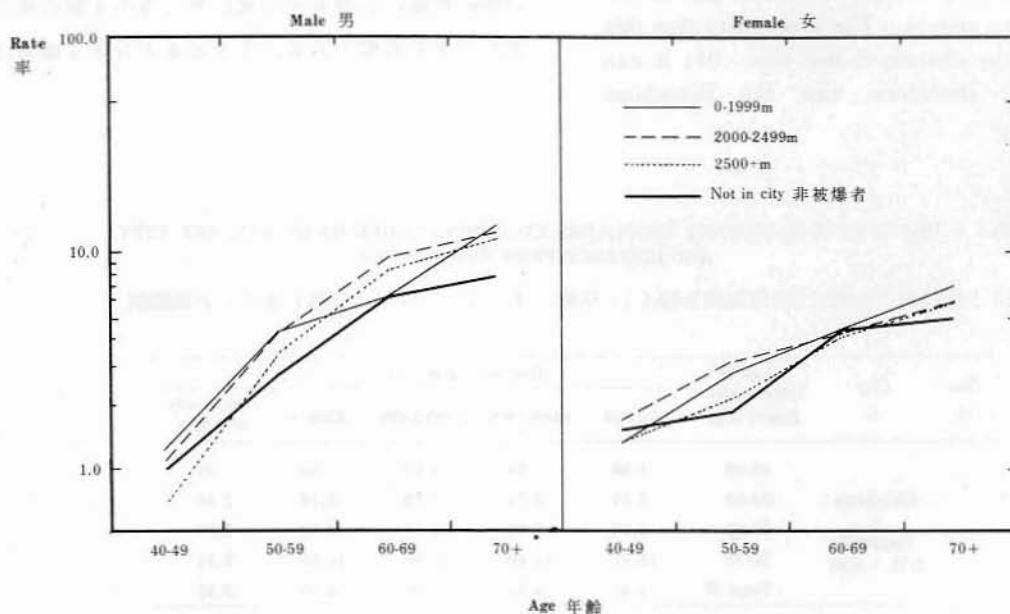
今回の観察における0-1999m階層の白血病死亡率は人口10万人につき広島20、長崎18である。これは Brill 等¹⁰の報告から計算した広島19、長崎30の率と比較できる数字である。この2研究で広島の数字はよく一致しているが、本研究の長崎死亡率は Brill 等の数字の60%を少し上まわる。表面的にみると長崎の白血病が他の死因で報告されたことになる。上記のように長崎の資料に不一致があるにもかかわらず今回の研究から被爆の造白血病作用をはっきりと確認することができた。

白血病以外の悪性新生物

放射線に造癌作用があるかの疑問は非常に興味深い。白血病を除いた悪性新生物死亡率を距離別に示すと図7の通りである。0-1999mの被爆者の死亡率と他の遠距離群の死亡率との間には大きな差はないが非被爆者には明らかに低い死亡率がみられる。広島では、0-1999mの被爆者と他の2距離群の被爆者について性-年齢階級にわけて16の比較をすると、2の比較が10%の水準で有意であった。女の50-59の年齢層では

FIGURE 7 MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA ANNUAL DEATH RATES/1000 BY AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図7 悪性新生物年間死亡率(白血病を除く)・年齢、性および爆心地からの距離別



of survivors, 2 were significant at the 10% level: among females aged 50-59 the rate for those 0-1999m exceeded the rate in those 2500-9999m; for males aged 60-69, the rate for those 0-1999m was significantly *less* than the rate for those in the zone 2000-2499m.

In Nagasaki, too, of the 16 comparisons 2 were statistically significant: among females aged 40-49, where the rate is *lower* in the group 0-1999m than in those located 2000-2499m ($P \leq .02$); and, in the opposite direction among females aged 60-69 in relation to those 2500-9999m ($P \leq .10$).

The number of significant comparisons (4) does not seem large, in view of the fact that 32 tests were performed and, moreover, 2 are in the direction suggesting a *lower* malignancy rate in the group nearest the hypocenter.

0-1999mの率が2500-9999mの率より高く、男の60-69の年齢階級では逆に0-1999mの率が、2000-2499mの率より低い。

長崎では16の比較のうち2の比較が統計的に有意であった。0-1999mの40-49の女の死亡率が2000-2499mの死亡率より低く($P \leq .02$)また反対に60-69の女の死亡率が2500-9999mの死亡率より高率であった($P \leq .10$)。

合計32の比較を実施したが、有意の結果を得た比較(4)は決して多いとはいわれない。しかも2の比較はむしろ至近距離被爆者が悪性新生物の少ない傾向を示している。

Table 5 and Figure 8 sharpen the view by examination of those located 0-1399m. Among males, differences are small in both cities. Among females, however, certain statistically significant differences appear: at every age the rates for Hiroshima females 0-1399m are higher than in any of the other 4 distance groups. The probability that this would happen by chance is less than .01; it can be concluded, therefore, that the Hiroshima

0-1399m の被爆者で観察した結果の概要を明確に示すと表5, 図8の通りである. 男における差は両市ともわずかであるが, 女では統計的有意の差が観察できた. すなわち, いずれの年齢層においても0-1399m 被爆の広島女子の死亡率は他の4群の死亡率のどれよりも高率である. かかる差がおきる確率は .01

TABLE 5 DEATH RATE MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA BY AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

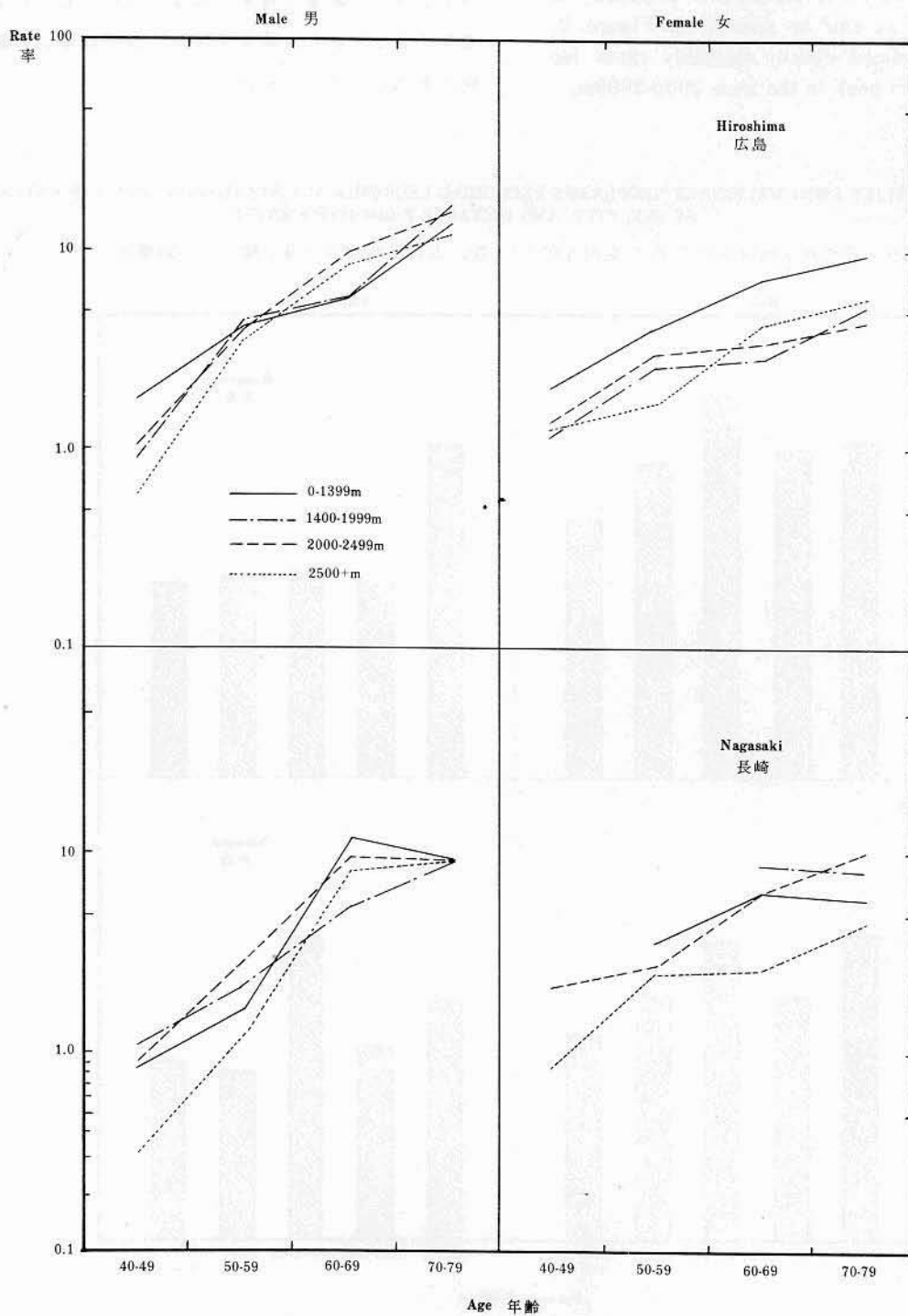
表5 悪性新生物死亡率(白血病を除く)・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別

Sex 性	City 市	Age at Observation 観察時年齢	Distance 距離 m				Not in city 非被爆者
			0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+	
Male 男	Hiroshima + Nagasaki 広島+長崎	40-49	1.56	.98	1.05	.54	.99
		50-59	3.51	3.74	3.76	3.16	2.50
		60-69	6.79	5.80	9.11	8.10	6.20
		70-79	12.97	14.40	13.86	10.88	7.91
		Total 計	4.42	4.21	4.95	4.09	3.31
	Hiroshima 広島	40-49	1.83	.95	1.10	.61	1.13
		50-59	4.07	4.20	4.04	3.70	2.15
		60-69	5.97	5.89	9.36	8.08	6.88
		70-79	13.37	15.23	15.19	11.09	9.09
		Total 計	4.56	4.46	5.24	4.32	3.48
	Nagasaki 長崎	40-49	.82	1.09	.84	.31	.63
		50-59	1.63	2.11	2.92	1.34	3.31
		60-69	10.70	5.45	8.32	8.17	4.36
		70-79	9.80	9.69	9.07	9.58	3.88
Total 計		4.12	3.18	4.00	3.26	2.74	
Female 女	Hiroshima + Nagasaki 広島+長崎	40-49	1.72	1.03	1.66	1.29	1.49
		50-59	4.01	2.29	2.96	2.01	1.79
		60-69	6.54	3.72	4.33	4.25	4.38
		70-79	9.19	6.05	5.88	5.82	4.71
		Total 計	4.05	2.40	2.97	2.50	2.43
	Hiroshima 広島	40-49	2.05	1.25	1.46	1.40	1.15
		50-59	4.08	2.73	3.05	1.89	1.73
		60-69	6.60	2.98	3.56	4.55	4.75
		70-79	9.73	5.75	4.54	6.03	6.17
		Total 計	4.27	2.46	2.65	2.58	2.48
	Nagasaki 長崎	40-49	-	-	2.22	.78	2.25
		50-59	3.59	-	2.75	2.61	1.92
		60-69	6.17	8.26	6.10	2.47	3.50
		70-79	5.92	7.91	9.72	4.48	-
Total 計		2.87	2.29	3.81	2.03	2.18	

All totals age standardized to the total observation base at ages 40-79
年齢訂正は40-79年齢階層の調査対象について行なった

FIGURE 8 MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA DEATH RATE /1000
BY AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図8 悪性新生物死亡率(白血病を除く)・年齢, 性および爆心地からの距離別

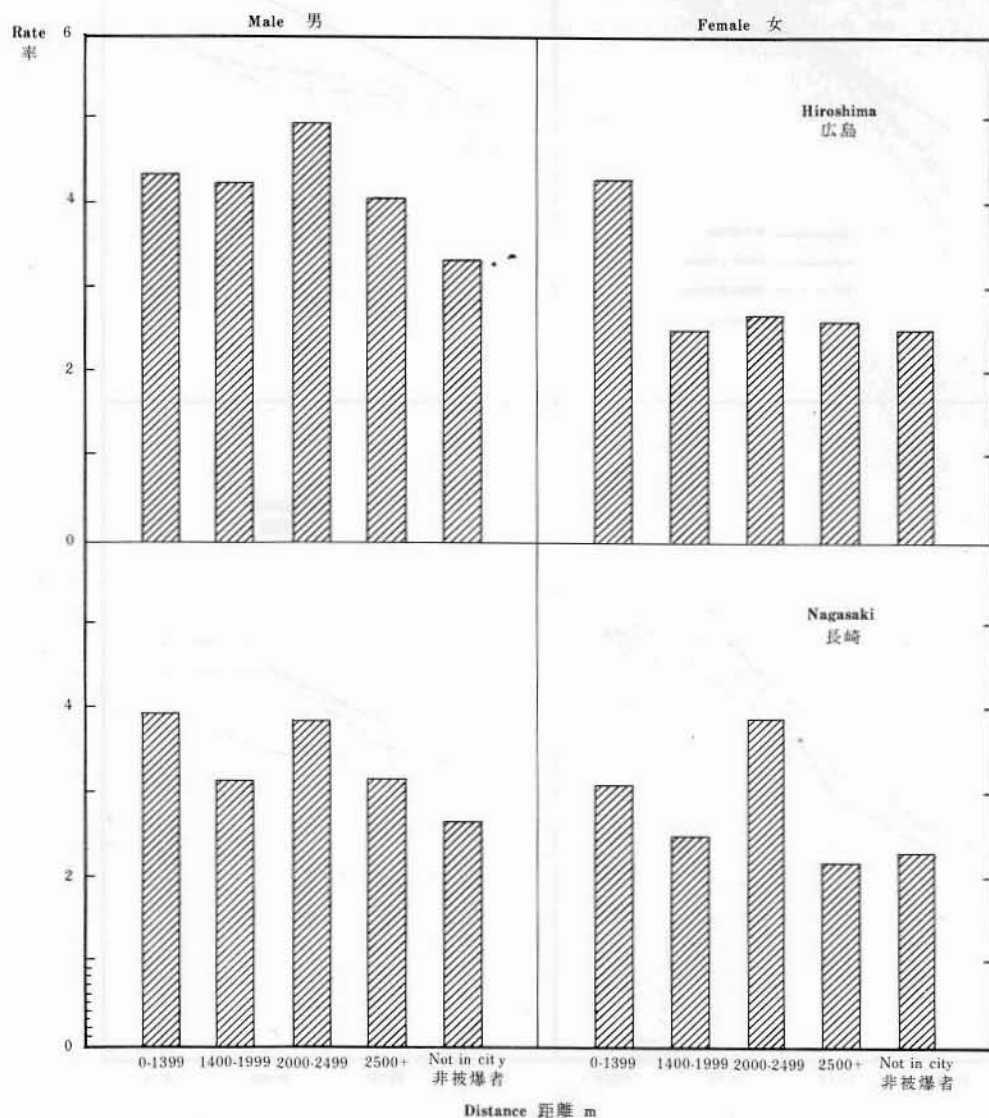


females nearest the hypocenter do have definitely higher cancer death rates. Curiously, this finding is not confirmed in Nagasaki. Because of the small sample, the Nagasaki rates are zero for some age and distance groups. It is possible that no effect could be observed because of paucity of material. But as can be seen from Figure 9, the age-standardized cancer mortality rates for Nagasaki females peak in the zone 2000-2499m.

以下であるので広島女子の至近距離被爆者の癌死亡率の高いことが結論できる。不思議にも長崎ではこの所見は認められない。長崎のサンプル数が少ないため死亡率が0となった年齢階級被爆群もあった。単に資料が少ないため影響が発見できなかったかもしれないが図9に示した如く長崎女子2000-2499m層に年齢訂正死亡率のピークも見られた。

FIGURE 9 MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA AGE STANDARDIZED DEATH RATES/1000 BY SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図9 悪性新生物訂正死亡率(白血病を除く)・性、広島長崎および爆心地からの距離別



Age standardized to the total experience at ages 40-79.
年齢訂正は40-79年齢階層の調査対象について行なった

The underlying data are presented in Table 6, where the number of expected deaths was computed by applying the death rate for all survivors in each age, sex and city group to the number of observed years at risk for each distance class within it. For males in both cities the numbers of deaths observed in each cell and the totals for different distance classes are reasonably close to expected values. There is no evidence of increased

悪性新生物について基礎的の数字を示すと表6の通りである。表の期待死亡数は全被爆者の死亡率を距離、性、年齢階級別のパーソンイヤー観察数に掛けて計算したものである。男では両市共細分した区分の観察死亡数、また各距離群別に合計した観察死亡数は期待数とよく一致している。すなわち至近距離被爆者に悪性新生物発生の危険が増加したという記録をみつ

TABLE 6 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA BY AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表6 悪性新生物死亡数(白血病を除く)と期待数との比較・年齢、性、広島長崎および爆心地からの距離別

City 市	Sex 性	Age 年齢	Total 計	Distance 距離 m							
				0-1399		1400-1999		2000-2499		2500+	
				No. of Deaths 死亡数		No. of Deaths 死亡数		No. of Deaths 死亡数		No. of Deaths 死亡数	
		O	E	O	E	O	E	O	E		
Hiroshima 広島	Male 男	<40	6	1	1.75	0	1.61	4	1.20	1	2.44
		40-49	23	6	3.14	6	6.06	5	4.36	6	9.45
		50-59	124	17	16.51	35	32.87	25	24.41	47	50.21
		60-69	162	16	20.12	34	43.37	44	35.32	68	63.20
		70-79	112	11	11.08	36	31.83	30	26.59	35	42.50
		80+	6	1	.53	0	1.76	0	1.35	5	2.36
	Total	433	52	52.13	111	117.50	108	93.23	162	170.16	
	Female 女	<40	25	4	3.09	6	6.71	5	5.16	10	10.03
		40-49	68	11	7.74	16	18.55	15	14.85	26	26.86
		50-59	107	20	12.86	30	28.85	26	22.36	31	42.93
60-69		101	18	11.27	20	27.70	19	22.04	44	39.99	
70-79		66	10	6.10	18	18.59	12	15.69	26	25.61	
80+		16	2	1.08	3	4.40	3	4.56	8	5.96	
Total	383	65**	42.14	93	104.80	80	84.66	145	151.38		
Nagasaki 長崎	Male 男	<40	3	0	.49	1	.67	2	.66	0	1.18
		40-49	5	1	.82	2	1.24	1	.80	1	2.14
		50-59	18	2	2.35	5	4.54	6	3.95	5	7.16
		60-69	43	6	4.35	8	11.36	12	11.18	17	16.11
		70-79	15	1	.96	4	3.90	5	5.20	5	4.93
		80+	0	0	-	0	-	0	-	0	-
	Total	84	10	8.97	20	21.71	26	21.79	28	31.52	
	Female 女	<40	9	3	1.23	1	2.02	3	2.33	2	3.41
		40-49	11	0	1.00	0	2.68	8	3.54	3	3.78
		50-59	21	3	1.81	0	4.67	10	7.89	8	6.64
60-69		30	3	2.66	9	5.95	14	12.54	4	8.85	
70-79		17	1	1.26	4	3.76	9	6.89	3	5.09	
80+		6	0	.22	2	1.69	2	1.97	2	2.12	
Total	94	10	8.18	16	20.77	46*	35.16	22	29.89		

Differs significantly from the expected value at the (*10%, **2%) levels
期待値より (*10%, **2%) の水準で有意な差がある

O-Observed 観察数 E-Expected 期待数

risk for closely exposed survivors. However, for females, the situation is quite different: in Hiroshima, in every age class observed deaths exceed those expected in persons exposed at 0-1399m, and for all ages combined the observed number (65) exceeds expectation (42.1) by more than 50%. The ratio of squared deviation to expectation is 12.5; this expression is not precisely a χ^2 value, but may conservatively be so interpreted, giving a probability well below 1 in 1000. Thus there is little doubt that the discrepancy represents more than mere chance variation.

The only other significant difference in the table is for Nagasaki females in the distance zone 2000-2499m. Here, too, in every age class the number of deaths observed exceeds expectation. The pseudo χ^2 value is, however, only 3.34, corresponding to a probability of about .07.

In Table 7 neoplasms in females are shown individually for certain sites, and the observed and expected numbers are compared. The expected numbers were calculated without regard to age distributions, but these do not vary enough to invalidate the comparisons. The largest contribution to the excess of neoplasms in Hiroshima women who were 0-1399m comes from a very high frequency of stomach cancer. The next most important contribution comes from cancer of the uterus, and respiratory cancer makes a small contribution to complete the accounting; other sites do not materially contribute to the excess and, in fact, for cancer of the digestive organs excluding the stomach there is a slight deficiency in the group nearest the hypocenter.

The groups located 0-1399m and in the zone 1400-1999m were divided according to positive or negative histories of symptoms of acute radiation injury (epilation, purpura or oropharyngeal lesions) in Table 7, which shows history of acute symptoms, for fixed distance, seems *unrelated* to the presence of malignancy.

For Nagasaki females, Table 7 shows that the excess of observed cancer deaths in the zone 2000-2499m is not confined to particular neoplasms but is distributed more or less proportionately over all of the sites considered.

ることができなかった。しかし女は全く異なっている。全年齢階級において広島0-1399mの被爆者の観察値は期待値を上回っている。全年齢を合わせると観察死亡数は65となり、期待数の42.1を50%以上も上回っていた。期待数から平方偏差比率は12.5となる。この数字は正確にいうと χ^2 値でないが、ひかえめの χ^2 値と理解することができ、1000に1起る確率を示している。すなわち、この差は偶然に起きたということができない。

上記の他に長崎女子の2000-2499m層が表で有意の差を示している。この層では全年齢階級群を通じて観察数が期待値を上回っているが期待値からの偏差の二乗比は3.34にすぎなく、確率は、約.07である。

幾つかの部位について女の新生物の観測数と期待数を比較すると表7に示す通りである。期待数は年齢構成を考慮せずに計算したが今回の比較には十分役立つ。0-1399mの広島被爆者に新生物が超過している最大の原因は胃癌の発生頻度が大きいためと考える。胃癌につき超過に貢献した重要な部位は子宮癌である。また呼吸器の癌は少しばかりの貢献を数の上からしている。その他の部位の悪性新生物は超過に関する限り貢献していない。実際至近距離群の胃癌を除いた残りの消化器系の癌ではむしろ観察値の方が僅かであるが期待値より不足している。

0-1399mの被爆者と1400-1999m層の被爆者を急性放射線症状(脱毛、紫斑、口腔咽頭傷害)の既往歴の有無によってわけて示すと表7の通りである。距離を固定した場合、急性症状歴の有無と悪性腫瘍の有無との間に関係がないようにみえる。

長崎女子では表7に示すごとく2000-2499m層に観察値が超過していたが、この超過は特定の部位の新生物によるものではなく全部位を通じて均等に分布しているといえる。

TABLE 7 OBSERVED AND EXPECTED DEATHS SPECIFIED MALIGNANT NEOPLASMS, FEMALE, BY CITY, DISTANCE FROM HYPOCENTER, AND SYMPTOMS GROUP

表7 特定悪性新生物死亡数と期待数との比較・女子・広島長崎，爆心地からの距離および急性症状の有無別

City 市	ISC	Type of Malignant Neoplasm 悪性新生物の種類	Total 計	Distance 距離 m					Symptoms 症状			
				0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+	0-1399		1400-1999		
				With 有	W/out 無	With 有	W/out 無					
		Person year at risk パーソン イヤー数	268969	31553	72730	58208	106478	8662	22891	7038	65692	
Hiroshima 広島	B18(-204)	All malignant neoplasms excluding leukemia 白血病を除くすべての悪性 新生物	O 383	65	93	80	145	20	45	9	84	
		E 383.0	44.9	103.6	82.9	151.6	12.3	32.6	10.0	93.5		
	151	Stomach 胃	O 134	26	37	19	52	8	18	3	34	
		E 133.9	15.7	36.2	29.0	53.0	4.3	11.4	3.5	32.7		
	150-159 (-151)	Other digestive organs 他の消化器	O 74	7	18	19	30	1	6	1	17	
		E 74.0	8.7	20.0	16.0	29.3	2.4	6.3	1.9	18.1		
	160-165	Respiratory system 呼吸器系	O 17	4	4	3	6	2	2	-	4	
		E 17.0	2.0	4.6	3.7	6.7	.5	1.4	.4	4.1		
	170	Breast 乳房	O 20	2	4	8	6	-	2	-	4	
		E 19.9	2.3	5.4	4.3	7.9	.6	1.7	.5	4.9		
	171-174	Uterus 子宮	O 89	18	19	20	32	5	13	3	16	
		E 89.0	10.4	24.1	19.3	35.2	2.9	7.6	2.3	21.7		
	190-199	Residual class including thyroid and other endocrine 甲状腺および他の内分泌腺を 含む残りの部類	O 26	4	7	4	11	2	2	2	5	
		E 26.1	3.1	7.1	5.6	10.3	.8	2.2	.7	6.4		
		Person years at risk パーソン イヤー数	87726	10611	19601	26519	30995	4729	5882	2706	16895	
Nagasaki 長崎	B18(-204)	All malignant neoplasms excluding leukemia 白血病を除くすべての悪性 新生物	O 94	10	16	46	22	3	7	2	14	
		E 94.0	11.4	21.0	28.4	33.2	5.1	6.3	2.9	18.1		
	151	Stomach 胃	O 29	3	6	14	6	2	1	-	6	
		E 29.0	3.5	6.5	8.8	10.2	1.6	1.9	.9	5.6		
	150-159 (-151)	Other digestive organs 他の消化器	O 20	1	4	10	5	-	1	-	4	
		E 20.0	2.4	4.5	6.0	7.1	1.1	1.3	.6	3.9		
	160-165	Respiratory system 呼吸器系	O 4	1	-	3	-	-	1	-	-	
		E 4.0	.5	.9	1.2	1.4	.2	.3	.1	.8		
	170	Breast 乳房	O 5	1	1	2	1	-	1	-	1	
		E 5.0	.6	1.1	1.5	1.8	.3	.3	.2	.9		
	171-174	Uterus 子宮	O 22	2	2	12	6	1	1	1	1	
		E 22.0	2.7	4.9	6.6	7.8	1.2	1.5	.7	4.2		
	190-199	Residual class including thyroid and other endocrine 甲状腺および他の内分泌腺を 含む残りの部類	O 6	1	2	2	1	-	1	1	1	
		E 6.0	.7	1.4	1.8	2.1	.3	.4	.2	1.2		

O-observed 観察数 E-expected 期待数

Since radiation-induced neoplasms may be marked by a long period of incubation, it is useful to examine the data in relation to time. Figure 10 shows mortality rates for neoplasms excluding leukemia, age-standardized to the entire observation base, for each of the 3 equal subintervals into which the whole experience was divided. The rates for females, which are dominated by the Hiroshima experience, show that an excess in the most closely exposed group characterized every interval. For the more distally located and non-exposed females, rates were, however, rising during the 9 year period while for the closest group there was little change. Thus, the excess, while still present in 1957-59, is smaller than in 1951-53. For males, the rates are rather erratic and no consistent picture emerges.

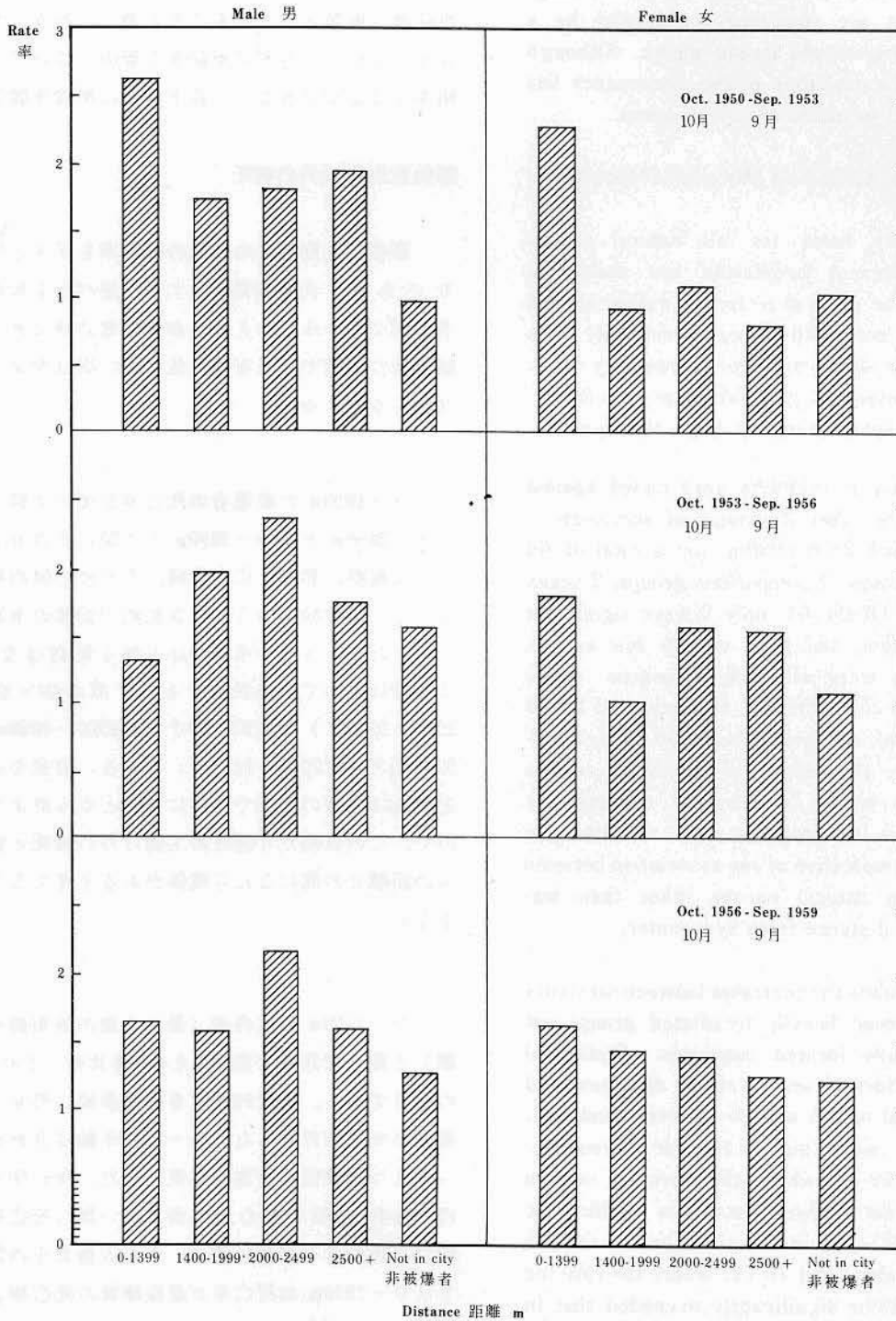
The discrepancies between the present data and those published by Harada and Ishida¹³ from the Hiroshima Tumor Registry remain unresolved. The present data do not deny the possibility that the proportion of cancer deaths reported among closely exposed survivors may exceed the proportion in more distally located survivors, but they do make clear that if such an effect is, indeed, present it is found almost exclusively in females; is largely confined to survivors located 0-1399m; is in this group unrelated to the presence of acute radiation symptoms; and is at most an increase of about 50% of the baseline cancer rate. Harada and Ishida, however, found a rather strong relationship between distance from the hypocenter and the number of malignancies reported, of approximately equal magnitude in both sexes, with the 'doubling dose' received at about 1300m. Why the present data should show a marked sex difference is not at all clear. Although part of the excess in closely exposed females is attributable to a rise in cancer of the uterus, a larger fraction of the difference comes from stomach cancer and no reason is apparent why stomach cancer should be increased by radiation in females but not in males. One curious point is that there were no differences between the distance groups in mortality from breast cancer.

放射線のために生じた新生物には長い潜伏期があるかもしれないので、資料を時間別に検討することが必要と思う。全観察期間を3等分して白血病を除いた新生物の死亡率を、全被爆者に年齢を訂正して示すと図10の通りである。広島資料が主力となっているが女の率の至近距離群に超過がみられるという特色が3期間を通じて観察できた。しかし、9年間の観察期間の間に至近距離群では率の変化がほとんどないのにかかわらず遠距離群、あるいは非被爆者では率の上昇が観察できた。したがってこの超過は1957-59年にも観察できるが、1951-53年に観察したものより少ない。男の率はかなり上下しており一定の傾向を示していない。

本報告と、原田、石田の広島腫瘍登録資料からの解析結果¹³との間にくいちがいがあるがこの理由についてはわかっていない。本報告では至近距離被爆者の癌死亡の割合が遠距離被爆者の割合を超過していることを否定していないが、もしかかる超過があるとすれば例外なく女にみられ、しかも0-1399mの被爆者にかぎられている。また急性症状の有無に関係なく平均癌死亡率の最大50%ほど増加している。しかし原田と石田は爆心地からの距離と悪性新生物の報告数との間にかなり強い関係を観察している。男女を通じてほとんど同様であって、1300m内外で罹患率が倍となっている。何故に本報告の資料で性による著明な相違がみられたかは明らかでない。女子至近距離被爆者悪性新生物死亡超過のある部分は子宮癌の増加に起因するが大部分は胃癌のためにおきた。何故に放射線によって女の胃癌のみが増加し、男は増加しないかを理由づけることができない。距離によって乳癌の死亡率に相違の観察できないことは注目すべき点である。

FIGURE 10 MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA AGE STANDARDIZED DEATH RATES/1000 BY TIME, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER HIROSHIMA + NAGASAKI

図10 悪性新生物訂正死亡率(白血病を除く)・年次, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎



There are many differences between the two studies: time period covered, sources of diagnoses, and the like. Both studies are dependent on clinical diagnoses which are subject to error, the present study entirely so, the Tumor Registries in large measure. It is possible that physicians' diagnostic opinions are sometimes influenced by a history of exposure to the atomic bombs. Although no satisfactory explanation of the discrepancy has yet been found, inquiries are in progress.

Natural Causes Excluding Malignant Neoplasms

The mortality rates for all natural causes excluding malignant neoplasms are shown in Figure 11. The general picture is rather similar to that already seen with respect to mortality from all causes. The significantly lower mortality rates, among the nonexposed, particularly at ages 30-59, were more conspicuous among males than females.

Rates in survivors 0-1999m were tested against the rates in the other 2 groups of survivors - 2000-2499m and 2500-9999m, for a total of 64 tests: 8 age groups, 2 comparison groups, 2 sexes and 2 cities. Of the 64, only 3 were significant at the 10% level, and none was as low as 5%. The 3 groups were all from Hiroshima: males aged 60-69 (vs 2500-9999m); females aged 20-29 (vs 2500-9999m); and females aged 50-59 (vs 2000-2499m). Since the number of significant results is fewer than would be normally expected by chance alone in homogeneous data, the data are not considered indicative of any association between mortality from natural causes other than malignancies and distance from hypocenter.

Figure 12 exhibits the contrasts between survivors 0-1399m (the most heavily irradiated group) and the most distally located survivors. Statistical tests were performed separately by city, sex, and age, for a total of 32; ages 5-19 were combined. Only 2 tests were significant for Hiroshima: females aged 50-59, where the mortality rate in the group nearest the hypocenter was significantly smaller, ($P < .02$) than in the distal group, and for Hiroshima females aged 70-79, where the rate for survivors 0-1399m significantly exceeded that in the distal, but at only the 10% significance level.

この2報告の間にはいろいろの相違がある。たとえば研究期間、資料源等両者の間でちがっている。2報告共に臨床診断に依頼している。臨床診断にはしばしば誤診をとまなうが本報告でもそうであり又腫瘍登録でもかなりの誤診がある。医師の診断が原子爆弾の既往歴に影響されていることも考えられる。しかし現在までこのくいちがい起きた理由について十分に説明することができない。目下さらに検討を加えている。

悪性新生物以外の病死

悪性新生物以外の病死の死亡率を示すと図11の通りである。大体の傾向はすでに述べた全死因の死亡率と同じであるといえる。非被爆者の特に30-59の年齢階級に観察できた有意に低い死亡率は女より男により明らかである。

0-1999mの被爆者の死亡率を他の2群の被爆者、2000-2499mと2500-9999mとの間に8の年齢階級、2の比較群、男女、広島長崎、合わせて64の検定を行った。64の検定のうちの3比較が10%の水準で有意であったが、5%の水準では有意な比較はなかった。3比較はすべて広島資料であって男の60-69才(対2500-9999m)女の20-29才(対2500-9999m)女の50-59才(対2000-2499m)である。有意を示した検定の数は同質の資料で偶然に有意となる数より少ないので、この資料から悪性新生物以外の病死と爆心地からの距離との間になんら関係があると考えることができない。

0-1399mの生存者(最も大量の放射線を受けた群)と最も遠距離で被爆したものを比較して示すと図12の通りである。統計的検定を広島長崎、男女、年齢階級合わせて32行なった。5-19の年齢は合わせた。たった2つの検定に有意の結果をみた。女の50-59の階級では $P < .02$ で爆心地に最も近い群の死亡率が遠距離群と比べると有意に低い。また広島女子の70-79才では0-1399mの死亡率が遠距離群の死亡率より有意に高いが10%の水準にすぎない。

FIGURE 11 MORTALITY FROM NATURAL CAUSES EXCLUDING MALIGNANT NEOPLASMS DEATH RATES/1000
BY AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

図11 病死の死亡率(悪性新生物を除く)・年齢, 性, 広島長崎および爆心地からの距離別

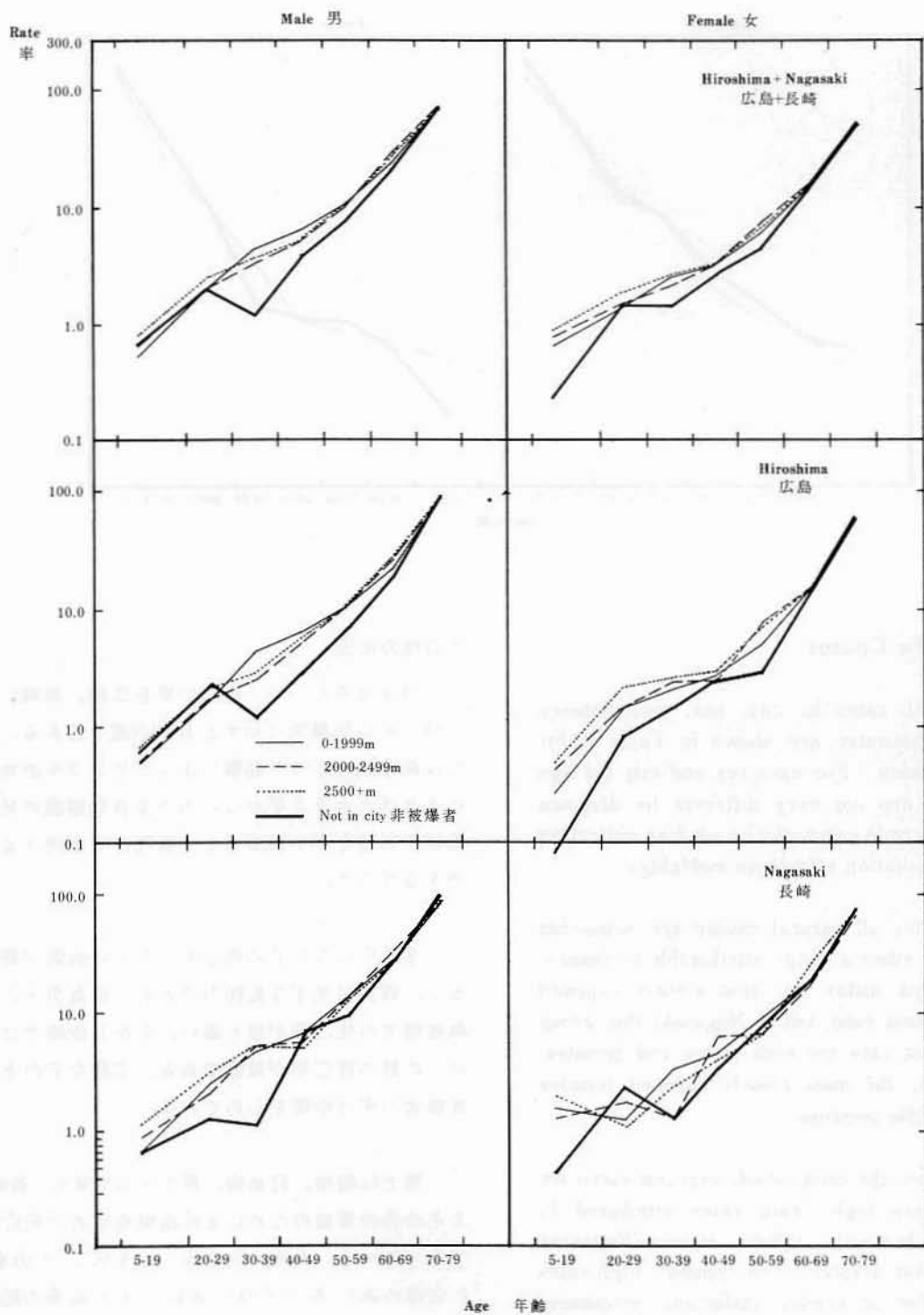
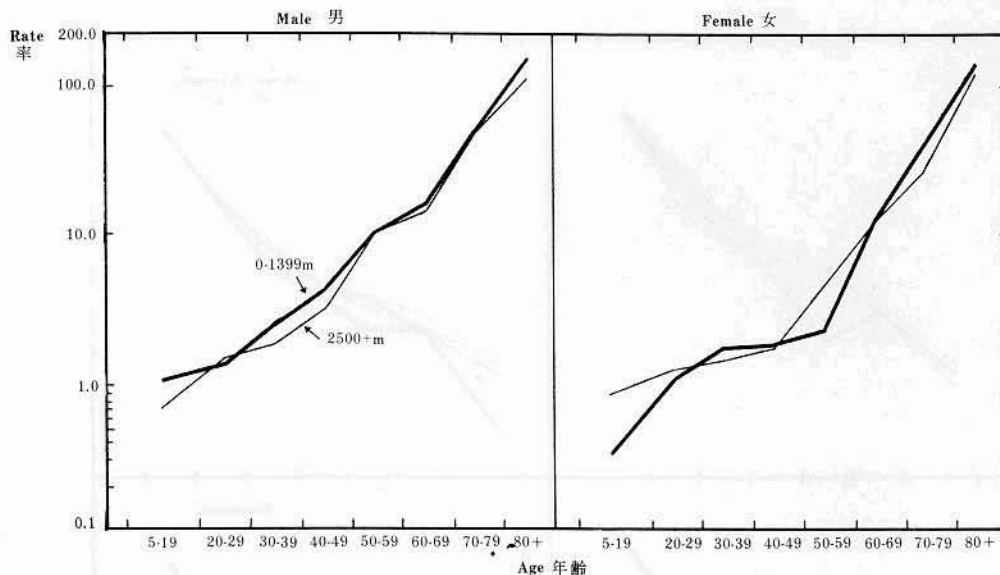


FIGURE 12 MORTALITY FROM NATURAL CAUSES EXCLUDING MALIGNANT NEOPLASMS DEATH RATES/1000 BY AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER, HIROSHIMA + NAGASAKI

図12 病死の死亡率(悪性新生物を除く)・年齢, 性および爆心地からの距離別, 広島+長崎



Other Specific Causes

Crude death rates by city, sex, and distance from the hypocenter are shown in Table 8 for groups of causes. For each sex and city the age distributions are not very different by distance class, so the crude rates may be used as indicators of possible radiation effects on mortality.

The rates for all natural causes are somewhat variable, but within a range attributable to chance. For Hiroshima males the most closely exposed have the highest rate, but in Nagasaki this group has the lowest rate for both males and females. In Hiroshima, the most closely exposed females occupy a middle position.

Among males, the most closely exposed survivors appear to have high death rates attributed to tuberculosis, leukemia, aplastic anemia (Nagasaki only), and other anemia. For females, high rates are found for leukemia, malignant neoplasms excluding leukemia (Hiroshima only), and aplastic

その他の死因

特定死因について粗死亡率を広島, 長崎, 性, 爆心地からの距離別に示すと表8の通りである。性別または都市別にみると距離によってサンプルの年齢構成にそれほど大きな差がないので多分放射線の死亡率に及ぼす影響を示す指標として粗死亡率を用うことができるだろう。

全死亡についての死亡率に多少の高低が観察できるが, 偶然に生ずる範囲内である。広島男子の至近距離被爆者の死亡率が最も高い。しかし長崎では男女共にこの群の死亡率が最低である。広島女子の至近距離被爆者の率は中間をしめている。

男では結核, 白血病, 再生不良性貧血(長崎のみ)とその他の貧血のために至近距離被爆者の死亡率が高くなっている。女では白血病と白血病以外の新生物(広島のみ), 再生不良性貧血による高率の死亡率が観察できた。これらの大部分は既報に述べたもののく

anemia. Most of these merely duplicate previous observations. The new conditions that are noteworthy are tuberculosis, aplastic anemia and other anemia. With regard to the last 2 conditions no study based on death-notice diagnoses, can hope to contribute usefully to elucidating the degree to which apparent excesses of anemias have resulted from diagnostic confusion with leukemia.

りかえしに過ぎない。新しい知見として本報に特記すべき死因は結核と再生不良性貧血およびその他の貧血である。後者の2疾患については死亡診断書から検討できないことは当然である。死亡診断書記載の病名を研究して貧血の罹患率の増加が白血病を誤診したためにおきたかを明らかにすることは不可能である。

TABLE 8 DEATH RATE BY CAUSE OF DEATH, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表8 死因別死亡率・性、広島長崎および爆心地からの距離別

ISC	Cause of Death 死 因	Distance 距離 m							
		Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
		0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+	0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+
Male 男									
	Total Number of deaths 死亡総数	331	663	567	1053	89	165	210	274
	Person years at risk パーソン イヤー数	21586	51045	40556	73455	8794	15639	17319	25004
	All causes 全死因	153.3	129.9	139.8	143.4	101.2	105.5	121.3	109.6
BE 47-50	Trauma 外傷	10.7	10.4	10.8	16.6	8.0	4.5	9.8	10.4
B 1-46	All natural causes 全病死因	142.2	118.7	129.0	126.3	93.2	101.0	109.7	95.6
B 1-2	All tuberculosis 全結核	18.5	13.1	10.1	9.8	21.6	17.9	18.5	16.8
B 3-17	Other infectious & parasitic diseases その他の伝染病および寄生虫病	1.9	2.0	2.2	2.3	1.1	-	1.7	2.8
204	Leukemia 白血病	6.9	1.0	0.2	0.8	8.0	0.6	0.6	0.4
B 18-(204)	Malignant neoplasms, excluding leukemia 悪性新生物、白血病を除く	24.1	21.7	26.6	22.1	11.4	12.8	15.0	11.2
B 19	Benign neoplasms 良性新生物	0.9	1.0	0.2	0.5	-	1.9	1.7	1.2
292.4	Aplastic anemia 再生不良性貧血	-	0.2	0.5	0.4	1.1	-	-	-
B 21-(292.4)	Anemia, except aplastic 貧血、再生不良性を除く	0.5	0.4	-	0.1	1.1	-	0.6	-
B 22	Vascular lesions of central nervous system 中枢神経系の血管損傷	26.9	24.3	25.9	27.2	15.9	16.0	23.1	19.2
B 25-27	Diseases of heart 心臓疾患	10.7	11.4	12.6	11.7	5.7	10.2	4.0	8.0
B 28-29	Hypertensive disease 高血圧性疾患	2.3	1.6	1.2	2.6	1.1	1.9	2.3	1.2
B 30-32	Influenza, pneumonia, bronchitis インフルエンザ、肺炎、気管支炎	7.4	5.5	5.4	4.6	3.4	5.8	5.2	3.2
B 33-36	Ulcer of stomach & duodenum, appendicitis, intestinal obstruction, etc. 胃および十二指腸潰瘍、虫垂炎、腸閉塞、その他	9.7	7.1	8.6	8.6	3.4	8.3	9.2	8.4
580-583	Diseases of liver 肝臓疾患	2.8	2.2	4.4	2.6	5.7	2.6	3.5	2.8
B 38	Nephritis & nephrosis 腎炎およびネフローゼ	3.2	2.7	2.7	4.1	1.1	1.9	2.3	2.4
	Other natural causes その他の病死因	26.4	24.7	28.1	28.9	12.5	21.1	21.9	18.0

Continued 続く

TABLE 8 CONTINUED 表 8 続き

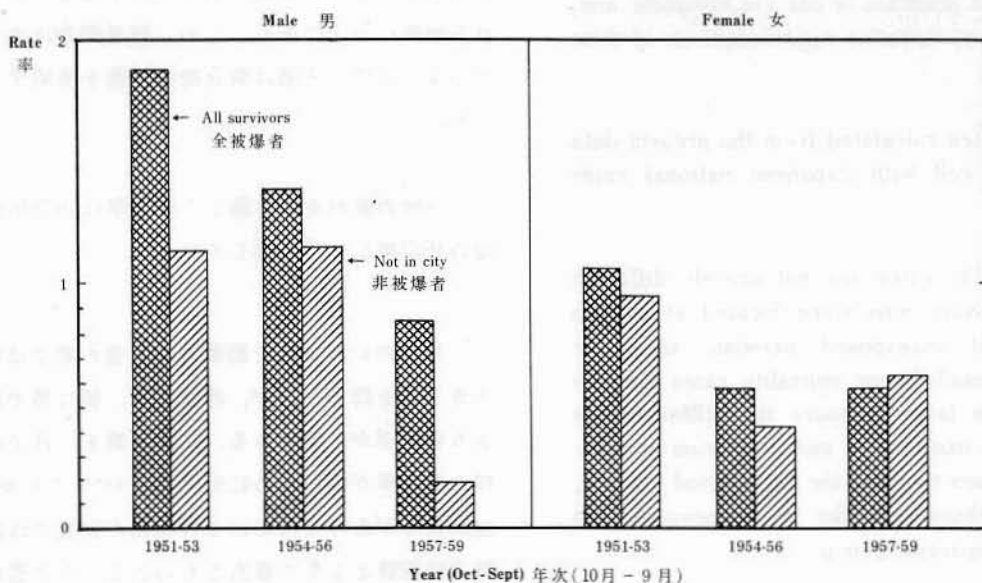
ISC	Cause of Death 死 因	Distance 距離 m							
		Hiroshima 広島				Nagasaki 長崎			
		0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+	0-1399	1400-1999	2000-2499	2500+
		Female 女							
	Total number of deaths 死亡総数	277	606	533	875	74	155	247	237
	Person years at risk パーソン イヤー数	31553	72730	58208	106478	10611	19601	26519	30995
	All causes 全死因	87.8	83.3	91.6	82.2	69.7	79.1	93.1	76.5
BE47-50	Trauma 外傷	4.8	4.1	3.4	3.3	4.7	2.0	4.9	5.2
B 1-46	All natural causes 全病死因	83.0	78.8	87.8	78.5	64.1	76.0	87.5	71.0
B 1-2	All tuberculosis 全結核	6.0	7.0	8.6	6.8	7.5	10.2	10.9	9.0
B 3-17	Other infectious & parasitic diseases その他の伝染病および寄生虫病	2.2	1.2	1.0	1.7	1.9	0.5	1.1	1.9
204	Leukemia 白血病	4.8	0.1	0.3	0.5	1.9	-	-	0.3
B 18-(204)	Malignant neoplasms, excluding leukemia 悪性新生物, 白血病を除く	20.6	12.8	13.7	13.6	9.4	8.2	17.3	7.1
B 19	Benign neoplasms 良性新生物	0.6	1.2	1.4	0.8	0.9	0.5	0.4	1.0
292.4	Aplastic anemia 再生不良性貧血	0.3	0.1	-	-	1.9	-	-	-
B 21-(292.4)	Anemia, except aplastic 貧血, 再生不良性を除く	0.3	0.3	0.3	0.2	-	-	-	-
B 22	Vascular lesions of central nervous system 中枢神経系の血管損傷	15.8	17.7	19.6	16.2	8.5	11.2	16.6	12.3
B 25-27	Diseases of heart 心臓疾患	5.1	6.3	5.8	7.0	3.8	10.2	6.4	4.8
B 28-29	Hypertensive disease 高血圧性疾患	1.3	1.5	1.9	1.7	-	2.6	3.0	3.2
B 30-32	Influenza, pneumonia, bronchitis インフルエンザ, 肺炎, 気管支炎	2.5	2.1	4.0	2.3	1.9	2.6	3.0	5.2
B 33-36	Ulcer of stomach & duodenum, appendicitis, intestinal obstruction, etc. 胃および十二指腸潰瘍, 虫垂炎, 腸閉塞, その他	3.5	3.8	5.2	5.1	2.8	3.6	3.8	2.6
580-583	Diseases of liver 肝臓疾患	1.0	1.9	1.7	1.4	3.8	2.6	3.0	2.6
B 38	Nephritis & nephrosis 腎炎およびネフローゼ	3.5	3.3	2.6	3.0	1.9	2.6	2.3	3.2
	Other natural causes その他の病死因	15.5	19.2	21.6	18.3	17.9	21.4	19.6	17.7

Tuberculosis mortality rates have been changing rapidly in Japan in recent years. Figure 13, in which standardized mortality rates for all survivors are compared with the nonexposed, makes it plain that the subjects of the present study have participated in the improvement. For males, the non-exposed had markedly lower rates than survivors throughout, although rates in both groups declined sharply during the interval. Tuberculosis mortality rates are so strongly affected by extraneous variables that the prospect of relating them to previous radiation exposure, even if such relationship exists, does not appear to be bright. In any case, the data for females fail to confirm an increased tuberculosis death rate among survivors nearest the hypocenter, thus making it seem as likely that the observation results from a sociological phenomenon as that it represents a radiation effect.

日本の結核死亡率は近年急速に減少している。全被爆者の訂正死亡率を非被爆者と比較して示すと図13の通りである。今回の調査対象も結核死亡率の改善がみられている。男は非被爆者も被爆者もこの調査期間中に率の降下が著しいが、非被爆者はこの期間を通じて被爆者よりもはるかに低率である。結核死亡率は強く外因に影響されるので率が過去の放射線被曝に関係のある知見があったとしてもその関連性を解明することはむづかしい。女子至近距離被爆者の結核死亡率増加が証明できないから、今回の観察の結果は放射線の影響に関連ある社会的現象とみなすべきである。

FIGURE 13 MORTALITY FROM TUBERCULOSIS, AGE STANDARDIZED DEATH RATES/1000 BY TIME, AND SEX, HIROSHIMA + NAGASAKI

図13 結核訂正死亡率・年次および性別、広島+長崎



SUMMARY

The present JNII-ABCC Life Span Study is based on a sample of about 100,000 persons consisting of survivors 0-2499m of the hypocenter together with persons more distally located and persons not present in either city ATB. This report is based on observation from October 1950 to September 1959 for the first 2 groups selected for the study, numbering more than 90,000 persons. Each person included in the study has been the subject of field interview to obtain required background information and to determine eligibility.

Followup is maintained by consulting official family registers kept by local authorities in Japan. Tests of the family register system have shown it to be remarkably complete. When death is ascertained from the family register, cause of death is obtained from a transcript of the Vital Statistics Death Schedule.

An ambitious dosimetry program, in cooperation with Oak Ridge National Laboratory, will ultimately make possible analysis of dose for most survivors who were in the open or in houses of light wood construction 0-1999m of the hypocenter. However, this program is not yet complete and, for the moment, tentative approximations of dose are employed.

Mortality rates calculated from the present data agree fairly well with Japanese national rates for 1955.

Total mortality rates are not grossly different between survivors who were located at various distances, but nonexposed persons, especially males, have much lower mortality rates than do survivors. In large measure this difference is attributable to much lower mortality from tuberculosis. It appears that, for the time-period studied, selective mechanisms make the nonexposed an unsuitable comparison group.

Leukemia mortality rates calculated from the present data confirm the well known facts as to the leukemogenic effects of radiation from the atomic bombs on survivors. The results, on the

まとめ

予研-ABCC 共同寿命調査の対象は原爆時に爆心地から0-2499m にいた被爆者と遠距離にいた人々、また両市にいなかった人々を合わせて100,000となる。今回の報告は1950年10月から1959年9月までの観察に基づき、また最初の2選択群、90,000を上回る者を対象としている。対象者の個々について野外調査を行ない、必要な背景資料を集め、また、サンプル抽出のための条件にどうかを検討した。

死亡の調査は日本の市町村に保管してある戸籍記載事項に依存した。戸籍制度を検討したところ非常に正確であることがわかった。戸籍から死亡の事実を知り、人口動態調査票から死因を知ることができるようになっていく。

Oak Ridge National Laboratory と共同して実施している野心的な線量調査が完了すると爆心地から0-1999m の野外または普通の木造家屋にいた被爆者の大部分が受けた線量を明らかにすることができ、これを解析に利用できる。しかし線量調査はまだ終了していないので、今回は暫定推計線量を使用することにした。

今回の資料から計算した死亡率は1955年の日本全国の死亡率によく一致している。

被爆のいろいろな距離にいた者の間では死亡率に大きな差を認めないが、非被爆者、特に男では被爆者より死亡率が低率である。この差異を一言でいうと結核の死亡率が低いために生じたということが出来る。選択機序があったためにこの期間の研究では非被爆者群は対照群として不適当なものとなったと思われる。

原子爆弾放射線の造白血病作用に関する既知の事実を今回の資料から計算した白血病の死亡率から確認

whole, are not dissimilar to data previously published by ABCC investigators but do differ in some details, presumably as a result of diagnostic inaccuracies on the death notices.

Mortality from malignant neoplasms other than leukemia found by the present study differs in major ways from what would be expected from data of the Hiroshima Tumor Registry previously published by Harada and Ishida. Instead of a general increase of rather large magnitude in tumors of all sites among heavily irradiated survivors, an effect of moderate magnitude (though quite definite) is found among Hiroshima females. This effect is attributable almost entirely to an increased frequency of firstly, stomach cancer and secondly, cancer of the uterus. No effect is seen in Hiroshima males or in either sex in Nagasaki. The effect seems not to be related to the history of symptoms of acute radiation injury. No interpretation of the finding is offered at this time.

Among survivors nearest the hypocenter no convincing evidence was found of elevation in mortality rates for natural causes exclusive of neoplasms.

Definitely increased death rates for aplastic anemia were found, especially in Nagasaki. This, it is thought, probably results from diagnostic difficulties in distinguishing between this disease and leukemia.

Mortality from tuberculosis was elevated among male survivors 0-1399m in both cities, but especially in Hiroshima. No explanation of this finding is presently available. There is a suggestion that both males and females aged 5-9 at observation may have suffered some excess mortality in the 1950-59 period.

できた。知見は全体としてABCCの研究者が発表した既報告と大きな差異はないが、くわしい点では多少のちがいがあ。これは主として死亡診断書記載の診断名の不正確なためと考える。

白血病を除く悪性新生物死亡率に関する知見と原田、石田がすでに発表した広島腫瘍登録からの知見との間に大きな差異がある。多量の放射線を受けた被爆者の間ですべての部位の腫瘍が増加する所見は認められなかったが、広島に女に軽度であるが明瞭な増加が観察できた。この増加は主として第1に胃癌、第2に子宮癌の頻度の増加のためと考えられる。広島に男、長崎の両性にはかかる増加は観察できない。また増加は急性放射線症状の有無に無関係であるようにみえる。現在のところこの知見を解釈することができない。

至近距離被爆者の悪性新生物を除いた病死の増加するという確認はない。

再生不良性貧血死亡率、特に長崎での増加が確認できたが、これは本病因と白血病の鑑別診断が困難なために生じたものと解する。

両市の0-1399mの被爆者、特に広島で結核死亡率の上昇が観察できたが、現在のところ理由づけることができない。1950-59年の観察期間において男女共に観察時5-9の年齢階級の死亡率が高いようである。

APPENDIX I

付録 1

Regression Analyses of Mortality Rates on Dose

死亡率と線量との間の回帰分析

The survivors 0-1999m of the hypocenter in each city were divided into 14 distance classes, to each of which the average T57Dose was assigned. The number of person-years at risk available for each dose class is shown in Table 9 and Figure 14.

It is assumed that the number of deaths observed in a dose-class for all causes or for any particular cause is distributed as a Poisson variable.

Let X_i be the number of deaths in a class, while M_i is the expectation of X_i : Let, for the i^{th} class

c_i = Number of person-years at risk, and

d_i = Average T57Dose estimate.

Then it is assumed (linear hypothesis) that:

$$M_i = c_i (A + B d_i)$$

The statistical test is of the null hypothesis $B=0$, that is, that the expected number of deaths is independent of dose against a linear alternative.

$$\text{Let } N = \sum X_i; \quad M = \sum m_i; \quad C = \sum c_i \text{ and } Cd = \sum c_i d_i$$

so that C is the total years-at-risk and d is the average dose, weighted by exposure. The maximum likelihood equations for estimating A and B are:

$$(1) \quad \sum \frac{X_i}{\frac{N}{C} + \bar{B} (d_i - d)} - C = 0$$

$$(2) \quad \bar{A} = \frac{N}{C} \cdot \bar{B}_d$$

where \bar{A} , \bar{B} denote the maximum likelihood estimates of A and B .

まず爆心地から 0-1999m の被爆者を 14 の距離区分に分け、各距離区分の平均線量を計算した。各線量区分のパーソン イヤー数を示めすと表 9 と図 14 の通りである。

各線量区分毎の全死亡数、特定死因による死亡数はポアソン分布にしたがうと仮定する。

X_i を i 区分で観察した死亡数、 M_i を X_i の期待数とする。今 i 区分で

c_i = パーソン イヤー数

d_i = 平均 T57線量 とすると

次の式がなりたつ (線状仮説)

統計的検定は帰無仮説 $B=0$ について行なう。すなわち、期待死亡数は線量に無関係であるとする。対立仮説では線量と期待死亡数との関係が直線であるとする。

C は全パーソン イヤー数、 d は平均線量を表わす。 A , B を計算するための最尤方程式は次の通りである。

式の \bar{A} , \bar{B} は A , B の最尤値である。

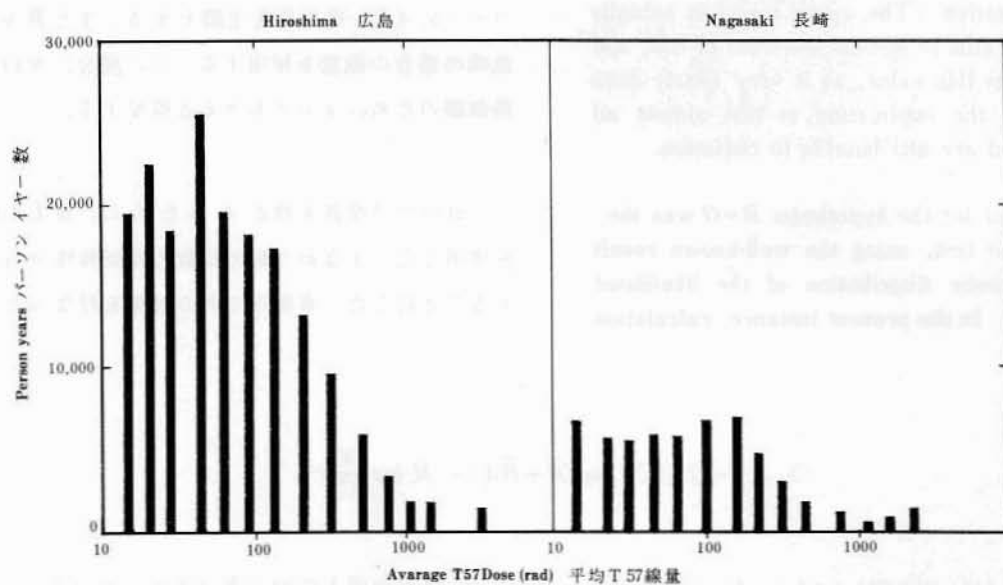
TABLE 9 PERSON YEARS OF OBSERVATION 1950-59 BY T57DOSE, AND CITY, 0-1999m

表9 パーソン イヤー数, 1950 - 59年・T57線量および広島長崎別, 0 - 1999m

Distance m 距離	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎	
	Average T57D estimate (rad)	Person years of Observation	Average T57D estimate (rad)	Person years of Observation
	平均T57線量値	パーソン イヤー数	平均T57線量値	パーソン イヤー数
0-699	3284	1035	2160	1092
700-799	1486	1637	1626	785
800-899	1079	1651	1218	290
900-999	751.5	3065	767.7	969
1000-1099	508.4	5867	495.3	1825
1100-1199	312.4	9513	344.3	2856
1200-1299	210.8	13284	220.8	4603
1300-1399	137.7	17087	154.3	6985
1400-1499	91.32	18010	95.82	6607
1500-1599	64.96	19564	65.02	5603
1600-1699	48.34	25690	46.47	5626
1700-1799	29.35	18434	32.24	5255
1800-1899	20.11	22602	21.26	5373
1900-1999	13.79	19475	14.30	6776

FIGURE 14 PERSON YEARS OF OBSERVATION 1950-59 BY T57DOSE, AND CITY, 0-1999 m

図14 パーソン イヤー数, 1950 - 59年・T57線量および広島長崎別, 0 - 1999m



The equation (1) was solved iteratively. If B_0 is a first guess at \bar{B} , and if e_0 is the right side of equation (1) when \bar{B} is replaced by B_0 , then the next approximation is $B_1 = B_0 + \partial B_0$, where

$$\partial B_0 = e_0 / \frac{\sum X_i (d_i - d)}{[\frac{N}{C} + B_0 (d_i - d)]^2}$$

This routine is continued until equation (1) is satisfied. If a reasonably good first guess (derived from a graph) is used, the process usually terminates after not more than 2 or 3 cycles.

One point to be noted is that under the model, the possible range of B is restricted to:

$$0 < B < \frac{N}{cd}$$

The reason for this is, of course, that a negative value of B would lead, for sufficiently large dose, to a negative expectation for the number of deaths; similarly the upper bound follows from the fact that the expected number of deaths at zero dose cannot be negative. The upper bound is actually the ratio of deaths to *person-year-rads at risk*, and when B attains this value, as it very nearly does for leukemia, the implication is that almost all cases observed are attributable to radiation.

The test used for the hypothesis $B=0$ was the likelihood ratio test, using the well-known result on the asymptotic distribution of the likelihood ratio statistic. In the present instance, calculation shows that

$$(3) \chi^2 = 2 [\sum X_i \log(\bar{A} + \bar{B}d_i) - N \log(\frac{N}{C})]$$

is the appropriate statistic to be referred to the χ^2 distribution with a single degree of freedom.

方程式(1)を解くには逐次近似法を用う。 B_0 が \bar{B} の第1次推定値、若し \bar{B} に B_0 を代入したとき方程式(1)が e_0 であるなら、次の近似は $B_1 = B_0 + \partial B_0$ 、ただし

この近似操作を方程式(1)が満足するまでくりかえす。もし第1次推定値が適当であるなら(グラフから求める)この操作は2-3回ですむ

ここで一言付け加えておくことは、 B の範囲は次の通りなることである。

理由は次の通りである。 B が負数になると大量の放射線を受ければ負数の死亡数が期待されることになる。また線量が0になっても死亡数が負数になることはないから B の上限をきめることができ、実際には死亡数とパーソンイヤー数の比を上限とする。また \bar{B} として白血病の場合の線量を使用する。この場合、全白血病が放射線のためによっておきると仮定する。

$B=0$ の仮説を検定するために、最尤比検定法を使用した。すなわち最尤比数の非対称性分布を利用することにした。本報告で次の計算を行なった。

この式は自由度1の χ^2 分布に近似している。

Mortality from All Causes

Results of significance tests appear in Table 10. Rates predicted by the regression line are compared with observed rates in Table 11.

For Hiroshima males, aged 5-19, the significant results merely confirm findings mentioned in the main text. For Nagasaki males, aged 40-49, as can be seen below, the significant result derives from variation in the mortality rate for natural causes excluding malignant neoplasms. For the age group 60-69, in 2 instances (Hiroshima females and Nagasaki males) the discrepancy results from cancer mortality; while for Hiroshima males the discrepancy is in mortality from all causes except neoplasms.

全死因

統計検定の結果は表10に示す通りである。回帰直線から計算した死亡率を実際に観察した死亡率と比較して示すと表11の通りである。

年齢階級が5-19の広島男子については本文に記述したことを確認したにすぎない。年齢階級40-49の長崎男子については下表の如く悪性新生物を除いた病死の死亡率が有意であった。広島女子、長崎男子の60-69の年齢階級では癌死亡率が有意となった。また広島男子の悪性新生物を除く残りの全死因に差が観察できた。

TABLE 10 DEATH RATE ALL CAUSES, SUMMARY TESTS OF SIGNIFICANCE, LINEAR REGRESSIONS ON T57DOSE 0-1999M BY AGE, SEX, AND CITY

表10 全死因死亡率における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析、0-1999m、年齢、性および広島長崎別

Age at Observation 観察時年齢	Hiroshima	広島	Nagasaki	長崎
	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
5-19	**	NS	.	.
20-29	NS	NS	NS	NS
30-39	NS	NS	NS	NS
40-49	NS	NS	**	NS
50-59	NS	NS	NS	NS
60-69	*	*	*	NS
70-79	NS	NS	NS	NS
80+	NS	NS	NS	NS

All tests are performed on a one-tailed basis すべて片側検定による
 **: $P < .02$ * : $.02 < P < .10$ NS: $P > .10$. : Test not done
 検定をしなかったもの

TABLE 11 DEATH RATE ALL CAUSES OBSERVED AND PREDICTED BY REGRESSION EQUATIONS BY T57DOSE, AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCDNTER

表11 全死因死亡率と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量、年齢、性および爆心地からの距離別

City 市	Sex 性	Age at Observation 観察時年齢	Rates Predicted by Regression 回帰係数から計算した期待率			Observed Rates 観察率		
			1000 rad	100 rad	0 rad	Distance 距離 m		
						0-1999	2000-2499	2500+
Hiroshima 広島	M 男	5-19	8.57	1.24	0.43	1.35	0.98	1.51
	M 男	60-69	43.6	29.6	28.1	30.3	36.6	37.2
	F 女	60-69	34.3	20.3	18.7	20.5	18.6	18.6
Nagasaki 長崎	M 男	40-49	24.16	6.81	4.88	8.83	8.45	6.28
	M 男	60-69	66.3	32.4	29.7	34.0	45.0	34.1

Leukemia

The results appear in Table 12. Each of the 4 regressions is statistically significant. For Hiroshima, the regressions are similar in the different age groups, and correspond to a risk of about 1.4 cases per million per annum per rad. The Nagasaki figure is, however, much lower, being only about 0.8. The Nagasaki figure is lowered by a relatively large number of cases reported at lower doses, thus raising the line at the low dose end and lowering it at the high dose end.

白血病

表12に結果を示した。4つの回帰分析のいずれも有意である。広島では回帰分析の結果は各年齢階級を通じて似ており、白血病の発生する危険は年間1 radあたり100万につき1.4である。長崎ではこの数字は小さく0.8にすぎない。これは線量の少ない所での白血病が比較的多数報告されているので、長崎の直線を低線量の所で高く、高線量の所で低くするためと考える。

TABLE 12 LEUKEMIA DEATH RATE OBSERVED AND PREDICTED BY REGRESSION EQUATIONS BY T57DOSE, AGE, SEX, CITY, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表12 白血病死亡率と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量および爆心地からの距離別

City 市	Age 年齢	Rates predicted by regression 回帰係数から計算した期待率			Observed Rates 観察率			Not in city 非被爆者
		1000 rad	100 rad	0 rad	Distance 距離 m			
					0-1999	2000-2499	2500+	
Hiroshima 広島	0-19	144	14.4	0	17.0	0	5.6	0
	20-39	130	13.0	0	22.1	0	3.3	2.8
	40+	152	15.3	0.1	20.5	6.6	8.3	0
Nagasaki 長崎	All ages 全年齢	79.1	11.6	4.1	18.3	2.3	3.6	0

Malignant Neoplasms Excluding Leukemia

The results appear in Tables 13 and 14. For Hiroshima females they are consistent with the elevation in neoplasia rates discussed in the main text. For Nagasaki males, the significant result is aberrant, with no confirmation in Hiroshima. As noted above, the inference is, however, strong enough to affect the test in this age group of Nagasaki males even for all causes of mortality.

白血病を除く悪性新生物

表14と15に結果を示した。本文に記述してある広島女子の率の増進を本解析からも確認した。長崎男子は有意な結果を観察したが、広島ではかかる結果は観察できなかった。上記の如くこの年齢階級の検定結果は非常にはっきりしており、たとえ全死因を合わせても有意の結果を得るほどである。

TABLE 13 DEATH RATE MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA, SUMMARY TESTS OF SIGNIFICANCE, LINEAR REGRESSIONS ON T57DOSE 0-1999M BY AGE, SEX, AND CITY

表13 悪性新生物死亡率(白血病を除く)における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析, 0-1999m, 年齢, 性および広島長崎別

Age at Observation 観察時年齢	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎			
	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male + Female 男女
40-49	NS	*	-	-	NS
50-59	NS	*	-	-	
60-69	NS	**	*	NS	
70-79	NS	NS	NS	NS	

** : $P < .02$ * : $.02 < P < .10$ NS : $P > .10$ - : Test not done 検定をしなかったもの。

TABLE 14 DEATH RATE MALIGNANT NEOPLASMS EXCLUDING LEUKEMIA OBSERVED AND PREDICTED, STATISTICALLY SIGNIFICANT REGRESSION EQUATIONS BY T57DOSE, AGE, SEX, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表14 悪性新生物死亡率(白血病を除く)・回帰方程式から計算した期待値との比較, T57線量, 年齢, 性および爆心地からの距離別

City 市	Sex 性	Age at Observation 観察時年齢	Rates Predicted by Regression 回帰係数から計算した期待率			Observed Rates 観察率		
			1000 rad	100 rad	0 rad	Distance 距離	Distance 距離	Distance 距離
Hiroshima 広島	F 女	40-49	3.92	1.42	1.14	0-1999	2000-2499	2500+
	F 女	50-59	6.68	3.02	2.61	3.14	3.05	1.89
	F 女	60-69	14.43	3.88	2.71	4.03	3.56	4.55
Nagasaki 長崎	M 男	60-69	19.31	6.29	4.85	6.90	8.32	8.17

Natural Causes Excluding Neoplasms

Tables 15 and 16 show the results. Only 2 of the regressions were statistically significant: Nagasaki males aged 40-49 and Hiroshima males aged 60-69. In both of these groups, significant regressions were found for mortality from all causes, presumably reflecting the relationships seen here. No further explanation of these results can be offered at this time, although it should be pointed out again that when a large number of significance tests are performed even on homogeneous data, a certain fraction will return significant results. This is particularly true where, as at present, the significance levels employed are not small (.10 and .02).

新生物を除く病死

表15と16に回帰分析の結果を示した。たった2の回帰分析の結果が有意であった。長崎男子の40-49才と広島男子の60-69才である。両者とも全死亡でも回帰分析の結果が有意となる。多分ここに述べた関係が影響していると思う。現在のところ解析の結果にさらに詳しい説明をすることができないが、ただ同質の資料によって多数の検定を行なうと幾つかは有意になることを指摘しておく。今回の如く採用した有意水準が低い場合(.10と.02)特に考慮しなければならない。

TABLE 15 DEATH RATE NATURAL CAUSES EXCLUDING MALIGNANT NEOPLASMS, SUMMARY TESTS OF SIGNIFICANCE, LINEAR REGRESSIONS ON T57DOSE 0-1999M BY AGE, SEX, AND CITY

表15 病死の死亡率(悪性新生物を除く)における差の検定の総括表・T57線量を用いた線状回帰分析, 0-1999m, 性, 年齢および広島長崎別

Age at Observation 観察時年齢	Hiroshima 広島		Nagasaki 長崎		
	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male + Female 男女
5-19	NS	NS	-	-	NS
20-29	NS	NS	NS	NS	
30-39	NS	NS	NS	NS	
40-49	NS	NS	**	NS	
50-59	NS	NS	NS	NS	
60-69	*	NS	NS	NS	
70-79	NS	NS	NS	NS	
80+	NS	NS	-	-	NS

** : P < .02 * : .02 < P < .10 NS : P > .10 : Test not done
検定をしなかったもの

TABLE 16 DEATH RATE NATURAL CAUSES EXCLUDING MALIGNANT NEOPLASMS OBSERVED AND PREDICTED, STATISTICALLY SIGNIFICANT REGRESSION EQUATIONS BY AGE, SEX, T57 DOSE, AND DISTANCE FROM HYPOCENTER

表16 病死の死亡率(悪性新生物を除く)と回帰方程式から計算した期待値との比較・T57線量, 年齢, 性および爆心地からの距離別

City 市	Sex 性	Age at Observation 観察時年齢	Rates Predicted by Regression 回帰係数から計算した期待率			Observed Rates 観察率		
			1000 rad	100 rad	0 rad	Distance 距離 m	2000 2499	2500+
Hiroshima 広島	M 男	60-69	33.3	22.1	20.8	22.6	25.1	26.9
Nagasaki 長崎	M 男	40-49	20.26	4.73	3.00	6.54	5.91	5.34

REFERENCES

参考文献

1. BEEBE GW, ISHIDA M, JABLON S: Studies of the mortality of A-bomb survivors. 1. Plan of study and mortality in the medical subsample (Selection 1), 1950-1958. *Radiat Res* 16:253-80, 1962
(原子爆弾被爆生存者の寿命調査第1報 医学調査サンプルにおける死亡率と研究方法の概略 1950-1958年)
2. Research plan for joint ABCC-NIH Adult Health Study in Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 11-62
(広島および長崎におけるABCCと国立予防衛生研究所が共同で実施する成人健康調査に関する研究企画書)
3. BEEBE GW, FUJISAWA H, YAMASAKI M: Adult Health Study; reference papers. A. Selection of the sample. B. Characteristics of the sample. ABCC TR 10-60
(成人健康調査; 付属参考書. A. 標本の選択. B. 標本の特徴)
4. 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)
5. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. *New Engl J Med* 263:488-93, 1960
(広島及び長崎被爆生存者に関する放射線量測定)
6. World Health Organization: Manual of the International Statistical Classification of Diseases, Injuries, and Causes of Death. 1955 revision. Geneva, 1957
(国際疾病, 傷害および死因統計分類提要)
7. STONE RS, ANDERSON PS: A comparison of death certificate and autopsy diagnoses, Hiroshima, Japan. ABCC TR 19-60
(死亡診断書と剖検診断の比較, 広島)
8. HEYSSEL R, BRILL AB, *et al*: Leukemia in Hiroshima atomic bomb survivors. *Blood* 15:313-31, 1960
(広島原爆被爆生存者における白血病)
9. TOMONAGA M, BRILL AB, *et al*: Leukemia in Nagasaki atomic bomb survivors. ABCC TR 11-59
(長崎原爆被爆者における白血病)
10. 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並びに他の照射例との比較)
11. 厚生統計協会: 国民衛生の動向. 厚生指針 5 (10): 1-164, 1958
(Kosei Tokei Kyokai: Kokumin Eisei No Doko. Kosei no Shihyo-Index of health and welfare statistics.)
12. LEWIS EB: Leukemia and ionizing radiation. *Science* 125:965-72, 1957
(白血病と電離放射線照射)
13. 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 Nat Cancer Inst* 25:1253-64, 1960
(広島市原子爆弾被爆生存者における悪性新生物の疫学的観察)