

MORTALITY IN LIVE-BORN CHILDREN WHO WERE IN UTERO
AT TIME OF THE ATOMIC BOMBS

胎 内 被 爆 生 産 児 の 死 亡 率

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広 島 ・ 長 崎

HIROO KATO, M.D. 加藤寛夫
ROBERT J. KEEHN, M.S.



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。

MORTALITY IN LIVE-BORN CHILDREN WHO WERE IN UTERO
AT TIME OF THE ATOMIC BOMBS

胎内被爆生産児の死亡率

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広島・長崎

HIROO KATO, M.D. 加藤寛夫^{1,2}

ROBERT J. KEEHN, M.S.¹

Approved 承認 9 June 1966



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

Department of Statistics¹ and Hiroshima Branch Laboratory, Japanese National Institute of Health²

統計部¹ および国立予防衛生研究所広島支所²

CONTENTS

目 次

Introduction	緒 言	1
Method	方 法	1
Results	結 果	5
Discussion	考 察	20
Summary	要 約	23
References	参考文献	23

TABLES 表

1. Potential sample size	調査標本の大きさ	3
2. Results of koseki check	戸籍照合の結果	4
3. Final sample used for analysis	解析に用いた最終標本	5
4. Summary of comparisons	比較検定の要約	7
5. Maximum birthweight differences	出生時体重の差	9
6. 18-year death rates by exposure group	18年間の被曝群別死亡率	9
7. Age-specific death rates	年齢別死亡率	11
8. Cause of death, mortality ratio	死因別死亡比	15
9. Cause-specific 18-year death rates	18年間の死因別死亡率	16
10. 18-year death rates by birth month	18年間の出生月別死亡率	17
11. Order of mortality	死亡率順位	18
12. 18-year death rates by maternal age	18年間の母親の年齢別死亡率	18
13. 18-year death rates by paternal age	18年間の父親の年齢別死亡率	19
14. 18-year death rates by birth order	18年間の出生順位別死亡率	19
15. 18-year death rates by birthweight	18年間の出生時体重別死亡率	20

MORTALITY IN LIVE-BORN CHILDREN WHO WERE IN UTERO AT TIME OF THE ATOMIC BOMBS

胎内被爆生産児の死亡率

HIROSHIMA AND NAGASAKI

広島・長崎

INTRODUCTION

Ample experiments indicate that ionizing radiation shortens life in animals.^{1,2} The JNII-ABCC Life Span Study of A-bomb survivors^{3,5} revealed higher mortality in those exposed within 1400 m from the hypocenter than in distally or nonexposed subjects, especially for younger ages, i.e. under 20 years of age at the time of the bomb (ATB). The difference in mortality was significant from 1950, the first year of systematic follow-up, to 1955, but diminished steadily thereafter. Since the fetus might be expected to be more sensitive to ionizing radiation, the children exposed in utero are not included in the Life Span Study. Past medical examinations of in-utero exposed children revealed higher incidence of mental retardation,⁶⁻⁸ reduction in growth and development⁹ and suppression of antibody production¹⁰ among those proximally exposed. Yamasaki et al¹¹ reported higher neonatal or infant mortality among children exposed in utero within 2000 m from the hypocenter as compared with distally or nonexposed in Nagasaki. The number of subjects, however, was very small.

This study was made to investigate mortality among those exposed in utero to the A-bomb with a large scale and well-designed epidemiological study, and to differentiate, if possible, between true exposure effects and systemic effects passed through the mother.

METHOD

Sample Considering the gestational period, children born from the time of the A-bomb, i.e. 6 August 1945 in Hiroshima, 9 August in Nagasaki, to 31 May 1946 were defined as in-utero children.

In-utero children were not included in the Life Span Study sample, and even if they had been identified in the source censuses, the in-utero population would have been limited to subjects who were alive at the time of enumeration. This loss of early deceased cases also applies to

緒言

電離放射線が動物の寿命を短縮させることを示している数多くの実験がある。^{1,2} 人間においては予研-ABCCの共同研究である原爆被爆者の寿命調査で、³⁻⁵ 特に若年者、すなわち、被爆時20歳以下であって爆心地から1400 m未満の被爆者の死亡率は、遠距離被爆者または非被爆者のそれよりも高いことが判明した。その死亡率の差は、組織的な観察を開始した年、すなわち1950年から1955年までは有意であったが、その後その差は漸時減少した。胎児は電離放射線に対して感受性が高いと考えられるので、胎内被爆児はこの寿命調査に含めていない。胎内被爆児の検診では、近距離被爆者に、知能遅滞の高い頻度、⁶⁻⁸ 成長・発育の減少、⁹ および抗体生産の抑制¹⁰ を認めた。また山崎ら¹¹ の報告によれば、長崎において遠距離被爆者または非被爆者に比べて爆心地から、2000 m未満の胎内被爆児の新生児死亡率および乳児死亡率が高い。しかし、対象例はきわめて少数であった。

そこで今回、胎内被爆者の死亡を調べ、放射線そのものによる影響と母親から受け継いだ影響とをできれば区別する目的で、大規模な疫学的調査が行なわれた。

方法

対象 妊娠期間から判断して、被爆時、すなわち、広島では1945年8月6日、長崎では8月9日から、1946年5月31日までの間に出生した者を胎内被爆児と定義した。

胎内被爆児は寿命調査標本には含まれていない。たとえ人口調査で胎内被爆児であると判明していても、その胎内被爆児集団は、調査現在に生きていた者に限定される。胎内被爆児を対象に臨床的検査を行なうために

the ABCC in-utero medical study sample which was established with the primary objective of clinically examining the subjects thereby resulting in attention being directed to identifying living subjects leaving doubt regarding mortality prior to the selection of the sample. Therefore, a new in-utero sample was defined, based upon birth records, the ABCC Master File, and 1960 census data. A brief explanation of each of the three sources follows:

City Office Birth Records There has existed in Japan since the last quarter of the 19th century a system of compulsory family registration. Vital events affecting the composition of a family or the status of its members must be reported to the office holding the family record. The latter is termed the *koseki*.^{*} An indispensable part of the system is the legal or permanent address of the family, known as *honseki*. Under the *koseki* law, all births must be reported to the municipal office of the place of birth. The place where birth records should be submitted was not specified until 1 July 1947, but one copy of the report was forwarded to the place of *honseki* for family registration. These copies and original reports kept in the city office, therefore, provide information on those whose *honseki* was in the city or births occurring in the city. Although in a majority of cases, the place of birth, the place where the report was submitted and the place of residence of parents are identical, it is difficult, if not impossible, to estimate the number of in-utero children born to mothers residing in the city ATB and whose birth records are not kept in the city office. It is thought, however, that the number is rather small and would concern chiefly those mothers who left the city prior to the birth.

ABCC Master File The Master File is a central file at ABCC in which all the subjects known to ABCC are recorded. It was derived from previous random and nonrandom surveys by ABCC and from referrals. Since the date and means of entry to this registration differ markedly for many cases this should be only an ancillary source for in-utero subjects to supplement the sample assembled using birth records.

1960 Census Data At the 1960 Census a supplementary survey was conducted on A-bomb survivors residing in Hiroshima and Nagasaki prefectures and children exposed in utero were also surveyed. Thus a roster was made of all children exposed in utero residing in both prefectures on 1 October 1960. No data are available, however, for the dead or those who left the prefectures before 1960,

行なわれたABCC胎内被爆者の医学的調査にもこの初期の死亡例が脱落している。したがって、生きている胎内被爆者だけが対象になって、サンプル抽出前の死亡を明らかにすることができなかった。そこで、出生記録、ABCC基本名簿および1960年国勢調査に付帯された被爆者調査資料に基づいて、新しい胎内被爆者サンプルを設定した。次にこれら3つの資料源について簡単に説明する:

市役所が保管する出生記録 19世紀後期以降、日本には法律で決められた家族登録制度がある。家族の構成や状態に異動が生じた場合、これを家族記録を管理する役所へ届け出なければならない。これを戸籍と呼ぶ。この制度に必要な欠くべからざる部分は、本籍として知られている家族の法的、または恒久的な住所である。戸籍法によって、すべての出生は出生地の市役所に届け出の必要がある。1947年7月1日までは、出生届を提出しなければならない場所が定めてなかったが、登録のため、出生届の写し1部が本籍地に送付されていた。したがって、市役所に保管されているこれらの写しおよび原本は、本籍が市内にあるもの、および市内で出生するものについて資料を提供する。大多数の例では、出生地、届出地および両親の住所が同じであるが、原爆時市内居住の母親から生まれて、出生記録は市役所に保管されていない胎内被爆児の数を推定することは、不可能ではないにしても、困難なことである。しかし、その数は少なく、しかもその例は出生前にその母親が市内から転出したものに限定されると思われる。

ABCC基本名簿 基本名簿はABCCにおける基本的な名簿で、これにはABCCに判明している者がすべて記録されている。この名簿はABCCが実施した無作為および作為的抽出調査ならびに紹介例に基づいて作成されたものである。名簿に登録される経路と年月日は多くの場合人によって著しく異なっているため、出生記録を用いて収集された胎内被爆者の名簿を補足するための資料源にすぎない。

1960年国勢調査資料 1960年国勢調査時に、広島・長崎両県に居住する原爆被爆者と胎内被爆者を対象に付帯調査が行なわれた。そこで、1960年10月1日現在両県に居住していた胎内被爆者全員を網羅する名簿が作成された。しかし、1960年以前に死亡した者および両県から転出した者に関して資料は入手できなかった。したがって、基

^{*} The official family registration system based on a permanent address (HONSEKI). Changes of address and vital events must be reported to the local office of custody of the records. The record itself is the KOSEKI, the office of custody is the KOSEKI-KA.

TABLE 1 POTENTIAL SAMPLE SIZE

表1 調査標本の大きさ

Eligibility and exposure status of mother サンプルの適格性および被爆状態	Hiroshima 広島			Nagasaki 長崎		
	Birth record with or without other sources 出生記録がある(他の資料源に含まれるものも含む)	No birth record Master File with or without 1960 Census 出生記録はないが、基本名簿で確認されたもの(1960年国勢調査資料に含まれるものも含む)	1960 Census only 1960年の国勢調査資料のみ	Birth record with or without other sources 出生記録がある(他の資料源に含まれるものも含む)	No birth record Master File with or without 1960 Census 出生記録はないが、基本名簿で確認されたもの(1960年国勢調査資料に含まれるものも含む)	1960 Census only 1960年の国勢調査資料のみ
Eligible* 適格者数	3900	1004	829	3558	412	286
0-1499 m	270	58	70	55	7	11
1500-1999	331	89	121	85	12	9
2000-2999	530	130	162	342	47	56
3000-9999	862	186	231	1396	158	155
Not-in-city 市内不在	1755	514	77	1651	182	45
Early entrant 早期入市者	152	27	168	29	6	10
Not Eligible 不適格者数	92	58	11	170	36	15
Honseki unknown 本籍不明のもの	22	11	9	77	15	12
Distance unknown** 被爆距離不明のもの	70	47	2	93	21	3
Total 計	3992	1062	840	3728	448	301

*Koseki (honseki) and distance from hypocenter known. 本籍および爆心地からの距離が判明しているもの。

**Includes distance and honseki unknown. 距離および本籍ともに不明のものを含む。

so this source, like the Master File, could be used only as an ancillary source of data to supplement the Birth-Record-based sample and for estimating mortality since 1960.

The total in-utero children obtained from all three sources was 5894 in Hiroshima and 4477 in Nagasaki. The exposure status of the mother and honseki of these children has been determined for all except 161 Hiroshima cases and 221 Nagasaki cases by checking against the Master File or by field investigations. The number of unknown cases being less than 5% is too small for serious bias in the analysis although the effect of their exclusion cannot be determined. The distribution of these children by exposure status of mother, by city and by three sources of data is shown in Table 1.

A matched sample was drawn from the aforementioned roster of children with honseki and whose mother's exposure was known. All subjects in the groups within 1500 m were included in the study sample and comparison subjects were selected from each of the distance groups 1500-1999 m, 2000-2999 m, and 3000-3999 m having the same source, city and sex, and the closest match possible for month of birth. From the nonexposed group two matching subjects were selected for each index subject. The study sample thus selected totaled 2388 in Hiroshima and 432 in Nagasaki.

本名簿と同様に、この資料は出生記録に基づいて作成された名簿を補足し、1960年以降の死亡を推定することのための資料源としてのみ用いることができる。

3つの資料源から入手した胎内被爆児の総数は、広島では5894人、長崎では4477人であった。これら子供の母親の被爆状態および本籍は広島161例および長崎221例を除き、全員基本名簿の照合および野外調査によって調べた。これらを除いたため起こる影響を判定することはできないが、例数は5%以下で非常に少なく、解析に重大な偏りをもたらすことはないと考えられる。母親の被爆状態別、都市別および3つの資料源別にみた胎内被爆児の分布を表1に示した。

母親の被爆状態がわかっており、本籍が判明している子供の前記名簿から対象者を選んだ。1500 m未満の者全員を対象に入れ、対照者を1500-1999 m、2000-2999 mおよび3000-3999 mの各被爆群から資料源別、都市別、性別および出生月ができるかぎり近似するように選んだ。1500 m未満の各胎内被爆児に対応する2例を非被爆群より抽出した。このようにして選出した調査標本の総数は、広島では、2388人、長崎では432人になった。

Ascertaining Survival Status The registering of deaths in the koseki is compulsory under the koseki law in Japan. Accordingly, if the honseki is known, the survival status of that individual can be determined. Koseki was checked for the entire study sample during July-October 1964.

During this check it was discovered that the koseki information on file at ABCC was not entirely accurate and the honseki for 64 or 2.6% of the 2820 selected subjects could not be found (Table 2). The predominant reason was that the subject was not Japanese (43 cases) while in the remaining 21 cases the reason is unknown. It is known that under some circumstances, e.g. illegitimacy, Japanese children may not be listed on a honseki. Failure of follow-up because of lack of koseki can scarcely be regarded as a source of bias in the search for exposure effects. The 64 "unknown" survival cases have been excluded from subsequent tables and the resulting distribution of children by distance from hypocenter is shown in Table 3.

生死の確認 日本の戸籍法によって、死亡を戸籍に登録する義務がある。したがって、本籍地が判明すれば生死を明確にすることができる。1964年7月-10月の間、全調査サンプルについて戸籍照合を行なった。

戸籍照合の作業中にABCCの記録にある戸籍資料は完全に正確ではないことが判明した。すなわち、抽出した2820人中64人すなわち2.6%についての本籍をみいだすことができなかった(表2)。そのおもな理由は、対象者が日本人でない(43例)ということであり、残りの21例ではその理由が不明である。ある状況の下では、たとえば私生児の場合、日本人の子供でも戸籍に載らないこともある。戸籍がないため追跡調査ができないことが、被爆影響の調査における偏りになるとはほとんど考えられない。前記の「本籍不明」である64例を表3以降では除外した。表3に64例を除外した爆心地からの距離別の子供の分布を示した。

TABLE 2 RESULTS OF KOSEKI CHECK

表2 戸籍照合の結果

	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎
Number in sample 標本数.....	2388	432
Koseki unavailable 戸籍がないもの.....	59	5
Non-Japanese 日本人でないもの.....	40	3
Japanese, honseki unlocated 日本人であるが、本籍不明のもの	19	2
Exposure group 0-1499 m 被爆群	18	1
1500-1999	13	1
2000-2999	13	0
3000-3999	12	3
Not-in-city 市内不在	3	0

Factors Other than Radiation Affecting Mortality

Fetal, infantile, and childhood mortality are influenced by numerous variables such as parental ages, birth rank, birthweight and duration of pregnancy. A number of socioeconomic variables such as parental education, parental occupation, and nutrition are also correlated with infant mortality. If these concomitant variables were dissimilarly distributed between the comparison groups, serious bias in the analysis of mortality data might result. To check on these factors, a questionnaire was mailed to the parents using the last known address. The questions included items such as birth order, birthweight, parent's

死亡に影響を及ぼす放射線以外の因子 胎児、乳児および幼児の死亡率は、親の年齢、出生順位、出生時の体重および妊娠期間など多くの因子の影響を受ける。親の学歴、職業、栄養など多くの社会経済的因子も乳児死亡率と相関関係がある。もし、これらの関連因子が比較群間に不均一に分布していたら、死亡資料の解析に重大な偏りが生ずるかもしれない。これら因子を調べるため、入手している最近の住所を用いてその両親あてに質問票を郵送した。質問には出生順位、出生時の体重、両親の生

TABLE 3 FINAL SAMPLE USED FOR ANALYSIS BY EXPOSURE GROUP, SOURCE, SEX, AND CITY

表3 解析に用いた最終標本: 被爆群・資料源・性・都市別

Exposure group 被爆群	Source 資料源									
	Birth Record 出生記録		Master File 基本名簿		1960 Census 国勢調査		Total 合計			
	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女		
	Hiroshima 広島									
0-1499 m	131	134	23	25	28	39	182	198		
1500-1999	133	135	26	25	27	39	186	199		
2000-2999	133	136	25	23	27	41	185	200		
3000-9999	131	136	25	26	27	41	183	203		
Not-in-city 市内不在	266	274	58	55	58	82	382	411		
Total 計	794	815	157	154	167	242	1118	1211		
	Nagasaki 長崎									
0-1499 m	27	28	2	4	8	3	37	35		
1500-1999	26	28	2	3	4	3	32	34		
2000-2999	27	28	2	5	8	3	37	36		
3000-9999	27	28	1	4	7	3	35	35		
Not-in-city 市内不在	54	56	4	10	16	6	74	72		
Total 計	161	168	11	26	43	18	215	212		

survival status, parent's birthplace, parental education, parental occupation, size of living quarters, food cost per month and nutrition. Parental age was available from the Birth Record or Master File.

For nonrepliers a second, and if need be, a third questionnaire was sent at intervals of 2-weeks. When a letter was returned as undeliverable, the koseki was checked and the questionnaire sent to the most recent address recorded. If no response was obtained by these three mailings, a field follow-up was conducted if in Hiroshima or Nagasaki city or environs. Nonresponders and unlocatable cases constituted only 7% of all subjects in both cities.

RESULTS

Sources of Variation in Mortality Other than Radiation
Influence of socioeconomic and other variables upon mortality is complicated because they are often associated. For instance, maternal age and birth order are closely correlated, and both can affect mortality rates, but it is not obvious whether their effects are attributable to the same basic phenomena or to different ones. For this study it is considered that the distance groups are sufficiently homogeneous with respect to these variables so as not to seriously affect mortality comparisons. Table 4

死, 両親の出生地, 両親の学歴, 職業, 住居の大きさ, 1 か月当たりの食費, 栄養などを含めた。両親の年齢は, 出生記録または基本名簿から入手した。

2 週間後に回答しなかった者に対しては, 2 回目の質問票を郵送し, さらに必要であれば2週間おいて, 3 回目の質問票を送付した。配達不能で差し戻された場合, 戸籍を照合し, そこにある最新の住所あてにあらためて質問票を郵送した。3 回の郵送に対して, 返信が得られなかった者については, 広島市または長崎市とその近郊に居住するものに限り家庭訪問を行なった。回答しなかった者および居所が不明であった者は, 両市の全対象者の7%にすぎなかった。

結果

死亡に影響を及ぼす放射線以外の因子 死亡に対する社会経済的およびその他の因子の影響は, その因子がしばしばお互いに相関しているため複雑である。たとえば, 母親の年齢および出生順位は非常に相関しており, 両者とも死亡に影響を及ぼすことができるが, それらの影響が同一の基本的な現象によるのかまたは異なった現象によるのかは明らかでない。本調査では, これらの因子については, 距離群は十分均一であると思われるので, 死亡率の比較に重大な影響を及ぼさないであろう。表4に

summarizes the tests of significance with regard to the distribution of the variables among the exposure groups by cities, source of data, and sex.

Maternal Age The nature of this effect is complex but, in general, infant mortality tends to be J- or U-shaped¹²⁻¹⁴ in birth order, or maternal age-specific rates. Table 4 shows that the exposure comparison groups differ significantly by maternal age in Hiroshima for females with Birth Records and for males without Birth Records but who were identified in the Master File. In general, the "not-in-city mother" is younger than the "under 4000 m mother." A similar tendency was observed in Nagasaki, though the difference is not statistically significant. It seemed, however, that maternal age is similarly distributed by distance among the subjects within 4000 m, the not-in-city category being the atypical one.

Paternal Age Since maternal and paternal age are correlated, one might expect a significant association of paternal age with exposure, but no such association was observed.

Birth Order Since birth order and maternal age are closely correlated, a significant association of birth order and exposure would be expected. This was the case, in general, the proportion of higher order births being less in the not-in-city group than in the subjects within 4000 m. Significant birth order differences were observed for "Birth Record" and "Master File," but only in Hiroshima females.

Birthweight Infant mortality is higher under 2500 g, is low from 2500-3000 g, and then increases slightly as birthweight increases.^{12,13} Thus, if birthweight varied by exposure group, differences in mortality might arise. Birthweights appear to vary by distance from hypocenter with 0-1499 m subjects tending toward lighter birthweights and the not-in-city group toward heavier births. Significant variations by distance categories were only seen among Hiroshima females in the Birth-Record-based sample and in the combined samples. But, in all comparisons the differences were small between the expected numbers and the observed numbers of births in a given 500 g weight range for each distance category, based upon the proportionate distributions of births by weight for the combined distance experiences. The maximum differences (observed minus expected) for each distance category are shown in Table 5.

Socioeconomic Factors Infant mortality is higher in the lower socioeconomic classes of Japan.¹⁴ Numbers of mats per person, food expenditures, and consumption of dietary staples i.e. fish, meat, eggs, and milk do not differ in any consistent fashion among the exposure comparison

被爆群間におけるこれらの因子の分布について都市別、資料源別および性別に行なった有意性検定の結果を要約した。

母親の年齢 この因子の影響の内容は複雑であるが、一般に乳児死亡率は出生順位または母親の年齢に対してJまたはU字型の傾向を示す。¹²⁻¹⁴ 表4に示すとおり、被爆比較群のうち、広島では「出生記録のある群」の女と「出生記録がないが基本名簿で確認された群」の男では、母親の年齢は被爆群間で有意差を示している。概して、非被爆者すなわち被爆当時「市内にいなかった母親」は、「4000m未満で被爆した母親」よりも若年である。長崎でも同じような傾向が観察されたが、その差異は統計学的に有意ではない。しかしながら、4000m未満の胎内被爆児の対象者の間では、母親の年齢が距離別に均一に分布しているようであった。

父親の年齢 母親の年齢と父親のそれとは相関しているので、父親の年齢と被爆との有意な関連性があるのではなかろうかと考えられたが、このような関連性は観察されなかった。

出生順位 出生順位と母親の年齢とは密接に相関しているので、出生順位と被爆との有意な関連性はあると期待される。予想されるとおり、出生順位の高いものの割合が、4000m未満の胎内被爆児に比べて、非被爆群に低い。しかし、統計的に有意な出生順位の差異は「出生記録のある群」および「出生記録はないが基本名簿で確認された群」で広島の女だけに観察されたにすぎない。

出生時体重 乳児死亡率は出生時体重が2500g以下では高く、2500-3000gでは低く、それ以上の体重ではわずかに増加する。^{12,13} したがって、出生時体重が被爆群に差があれば、死亡率に差が生じるかもしれない。出生時体重は、爆心地よりの距離に応じて変化するようである。すなわち、0-1499mの対象者では出生時体重が軽い傾向を示し、非被爆群では、重いようであった。この距離に対する統計的に有意な変動は広島の「出生記録のある群」の女および3資料群合計の女のみ認められた。しかし、各距離区分における体重を500gに区分した場合、観察数と被爆距離を無視した場合の出生期待数との間に、差異は僅少であった。各距離区分についての最大出生時体重の差(観察数-期待数)を表5に示した。

社会経済的因子 乳児死亡率は、社会経済的に下層階級に属するものでは高い。¹⁴ 被爆比較群間に1人当たりの畳数、食費およびおもな食物消費量、すなわち、魚肉、牛肉、鶏卵、牛乳などには、一貫した差異はない。しか

TABLE 4 SUMMARY OF χ^2 COMPARISONS OF THE DISTRIBUTION OF CONCOMITANT VARIABLES
AMONG EXPOSURE GROUPS

表4 被爆群別関連変数の分布の χ^2 検定の要約

Variables 変数	City 市別	Birth Record 出生記録		Master File 基本名簿		1960 Census 国勢調査		Total 計	
		Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女
Maternal age 母親の年齢	H	.	**	*	.	.	.	.	*
	N	.	.	.	.	.	.	.	.
Paternal age 父親の年齢	H	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	.	.	.	.	.	.	.	.
Birth order 出生順位	H	.	**	.	**	.	.	.	**
	N	.	.	.	.	.	.	.	.
Birthweight 出生時体重	H	.	*	.	.	.	.	.	**
	N	.	.	.	.	.	.	.	.
Mother's residence at birth 出生時の母親の住所	H	**	**	.	.	.	.	**	**
	N	**	**	.	.	.	.	**	**
Mother's current residence 母親の現住所	H	**	**	.	.	*	.	**	**
	N	.	**	.	.	.	.	.	*
Current survival status of parents 両親の生死	H	**	**	.	.	.	.	**	**
	N	.	.	.	.	.	.	.	*
Type of schooling 父 學歷	Father 父	H	**	**	.	.	.	**	**
		N	.	.	.	.	.	.	.
	Mother 母	H	**	**	.	.	.	**	**
		N	.	.	.	.	.	.	.
Industry 産業	Father 父	H	**	**	.	.	.	**	**
		N	.	.	.	.	.	.	.
	Mother 母	H	.	.	.	.	.	*	*
		N	.	.	.	.	.	.	.
Occupation 職業	Father 父	H	**	**	.	.	.	*	**
		N	.	.	.	.	.	.	.
	Mother 母	H	.	.	.	*	.	**	*
		N	.	.	.	.	.	.	.
Number of mats per person 1人当たりの畳数	H	.	*	.	.	.	.	.	*
	N	.	*	.	.	.	.	.	*
Food costs per person per month 1か月の1人当たりの食費	H	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	.	.	.	.	.	.	.	.
Eating habit 食習慣	Fish 魚肉	H	*	.	.	.	.	.	.
		N	.	.	.	.	.	.	*
	Meat 獣肉	H	.	*	.	.	.	.	.
		N	.	.	.	.	.	.	.
Eggs 卵	H	*	.	.	.	.	.	.
	N	.	.	.	*	.	.	*	
Milk 牛乳	H	*	.	.	.	.	.	.
	N	*	.	.	.	.	.	*

. Not significant
有意でない

** .01-.001

* .05-.01

H: Hiroshima
広島

N: Nagasaki
長崎

groups. However, the mother's residence, current survival status of parents, paternal occupation and schooling distributions differ significantly by distance. Such tendency was particularly significant in "Birth Record" cases in the Hiroshima sample. Compared with the nonexposed, relatively fewer exposed mothers resided outside Hiroshima or Nagasaki City both at time of birth of the subject and currently. Exposed parents had less education than the nonexposed, and among exposed fathers professionals and managers are relatively fewer than among the nonexposed. Relatively more children with one or both parents dead were observed in the exposed than in the nonexposed. On the other hand, the distance categories within 4000 m were similar when compared by these socioeconomic variables.

In general, these differences in distribution of concomitant variables are such as to inflate mortality rates in the exposed as compared with the nonexposed. However, it is emphasized that there was no apparent difference in distribution of these variables among distance subdivisions of the exposed group.

Relationship of Mortality to Exposure *Total Deaths (all causes)* Total 18-year mortality in the five comparison groups, i.e. those whose mothers were at distances of <1500 m, 1500-1999 m, 2000-2999 m, 3000-3999 m, and not-in-city ATB was examined by city, source of data and sex (Table 6). Mortality does not differ significantly between the exposure comparison groups, by source of material, city, and sex with one exception; in Nagasaki males with Birth Records, mortality of those exposed within 1500 m is the highest of the five comparison groups. The mortality in the "1960 Census" portion of the sample is significantly lower than in the other two sources, "Birth Record" and "Master File." This is because mortality in the "1960 Census" group was available only after 1960, for 4 years at the longest, while mortality in "Birth Record" subjects was available from birth. Since the dates of entry to the ABCC Master File registration differ, the duration of follow-up on mortality for the "Master File" portion is somewhat vague and shorter than the follow-up available for the "Birth Record" portion. It is obvious, therefore, that "Birth Record" is best among these three sources of material from the standpoint of duration of follow-up, and since "Birth Record" comprises the majority (70%) of the total sample, it is better to concentrate the mortality analysis to the "Birth Record" group. The advantage of this restriction, elimination of the possible bias in mortality, should more than compensate for the disadvantage of reducing the sample size. Thus the following analysis is confined to subjects known through the Birth Record.

し、母親の住所歴、両親の現在の生死状態、親の職業および学歴は、距離によって有意差がある。広島「出生記録のある群」にこの傾向は特に有意である。母親が出生時および調査時において、広島市または長崎市以外に居住していた割合は、被爆群では非被爆群に比べて比較的少ない。被爆した親の学歴は、非被爆者よりも低く、被爆者の父親では、非被爆者のそれと比べて、専門的・管理的職業従事者がやや少ない。非被爆者よりも被爆者の方に、片親または両親を失った子供が、比較的多い。しかし、これら社会経済的因子は、4000 m未満の被爆群間では一様に分布している。

一般にこれら被爆以外の死亡に関連する因子の分布にみられる差異は、非被爆者に比べて、被爆者の死亡率を高くする方向に働いている。しかし、被爆者の各距離区分群間においては、これらの因子の分布には、明らかな差異はなかったことを強調する必要がある。

被爆と死亡率との関係 全死亡(全死因) 5つの比較群、すなわち、原爆時、爆心地からの距離1500 m未満、1500-1999 m, 2000-2999 m, 3000-3999 mおよび市内にいなかった母親の子供の18年間の累積死亡率を都市別、資料源別および性別に示した(表6)。被爆群間では、1つの例外を除き、資料源、都市および性別死亡率に有意差はない。すなわち、「出生記録のある群」の長崎の男で、1500 m未満で被爆した者の死亡率は、5つの比較群中最高である。「1960年国勢調査にある群」から得たサンプルの死亡率は、他の2つの資料源、すなわち、「出生記録のある群」および「出生記録はないが基本名簿によって確認された群」から得たサンプルよりも有意に低い。この差は、「1960年国勢調査にある群」の死亡は、最大4年間の観察で、しかも1960年から入手したが、「出生記録のある群」の死亡は、出生時から入手したからである。ABCC基本名簿へ登録した年月日は異なるから、「基本名簿にある群」の死亡追跡期間は、「出生記録のある群」のそれに比べてややあいまいで短い。したがって、追跡期間の見地からは、これら3つの資料源のうち、「出生記録のある群」が最良であることは明らかであって、しかもこの群は全サンプルの大部分(70%)を構成しているから、死亡率の解析には「出生記録のある群」に集中した方がよい。この制限の利点、すなわち死亡における偏りの除去は、サンプルの大きさを縮小するという不利を補って余りあるに違いない。したがって、以下の解析は、出生記録から判明した対象者に限定した。

TABLE 5 MAXIMUM BIRTHWEIGHT DIFFERENCES, OBSERVED MINUS EXPECTED, BY EXPOSURE GROUP

表5 出生時体重の差, 観察数-期待数: 被爆群別

City 市別	Sex 性	0-1499m	1500-1999	2000-2999	3000-3999	Not-in-city 市内不在
Hiroshima 広島	Male 男	-5.3	+11.5	+2.9	+4.8	+9.3
	Female 女	-7.9	+7.2	+8.8	-5.0	+9.3
	Total 計	-10.8	-13.3	+11.0	-7.1	+18.7
Nagasaki 長崎	Male 男	+2.9	+3.2	+2.4	+1.5	+4.3
	Female 女	+0.7	+1.6	-2.4	+2.9	+2.2
	Total 計	+3.1	+1.6	-4.0	-1.9	+6.7

TABLE 6 18-YEAR DEATH RATES /1000 BY EXPOSURE GROUP AND SOURCE

表6 18年間の死亡率(1000人当たり): 被爆群, 資料源別

Exposure group 被爆群	Total 計		Birth record 出生記録		Master File 基本名簿		1960 Census 1960年国勢調査		
	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	Male 男	Female 女	
Hiroshima 広島									
0-1499m	Rate 死亡率	126.4	111.1	160.3	141.8	87.0	120.0	0	0
	Deaths 死亡数	23	22	21	19	2	3	0	0
1500-1999	Rate 死亡率	107.5	70.4	112.8	88.9	153.8	80.0	37.0	0
	Deaths 死亡数	20	14	15	12	4	2	1	0
2000-2999	Rate 死亡率	124.3	110.0	150.4	147.1	120.0	87.0	0	0
	Deaths 死亡数	23	22	20	20	3	2	0	0
3000+	Rate 死亡率	153.0	69.0	175.6	88.2	200.0	76.9	0	0
	Deaths 死亡数	28	14	23	12	5	2	0	0
Not-in-city 市内不在	Rate 死亡率	70.7	73.0	94.0	105.8	34.5	18.2	0	0
	Deaths 死亡数	27	30	25	29	2	1	0	0
Total 計	Rate 死亡率	108.2	84.2	131.0	112.9	101.9	64.9	6.0	
	Deaths 死亡数	121	102	104	92	16	10	1	
χ ² -test 検定 *									

Nagasaki 長崎

0-1499m	Rate 死亡率	324.3	114.3	370.4	107.1	1000.0	250.0	0	0
	Deaths 死亡数	12	4	10	3	2	1	0	0
1500-1999	Rate 死亡率	62.5	117.6	38.5	142.9	500.0	0	0	0
	Deaths 死亡数	2	4	1	4	1	0	0	0
2000-2999	Rate 死亡率	189.2	111.1	222.2	107.1	500.0	200.0	0	0
	Deaths 死亡数	7	4	6	3	1	1	0	0
3000+	Rate 死亡率	57.1	142.9	74.1	142.9	0	250.0	0	0
	Deaths 死亡数	2	5	2	4	0	1	0	0
Not-in-city 市内不在	Rate 死亡率	175.7	222.2	185.2	250.0	750.0	200.0	0	0
	Deaths 死亡数	13	16	10	14	3	2	0	0
Total 計	Rate 死亡率	167.4	155.7	180.1	166.7	636.4	192.3	0	0
	Deaths 死亡数	36	33	29	28	7	5	0	0
χ ² -test 検定 *									

*.05-.01

Age-specific Death Rate Since the koseki check to ascertain death began in July 1964, the duration of follow-up from birth is 18 years.

Death rates per 1000 for each age within cities, sexes and the five exposure comparison groups are presented in Table 7. For each row, the significance of the difference between observed number of deaths and number expected on the basis of random distribution by exposure has been tested by χ^2 . Few significant differences and no particular tendency in mortality between the exposure comparison groups was observed at each age. For instance, among the five exposure comparison groups, infant mortality in the group exposed within 1500 m is the highest, but not significantly so, in two out of four comparisons (2 cities by 2 sexes). Even with both cities and both sexes combined to increase the sample size, the difference in mortality is not significant. One might expect that radiation effects on mortality, if they exist, should appear in the early years particularly in infants under 1 year of age. Under 1 year of age, month of age-specific death rates do not show any difference between the five exposure comparison groups.

Cause of Death In view of the aforementioned lack of differences in total and age-specific death rates, it seemed unlikely that analysis of cause of death would be particularly revealing. However an analysis was performed. Cause of death was obtained from the "vital statistics" portion of the death certificate which is kept at the public health centers. Copies of these records were obtained through JNIH. Unfortunately the "vital statistics" portion of the death certificate is not always kept for a long time in the public health centers. Since a majority of the deaths occurred in the early years, in many instances the "vital statistics" portion of the death certificate was not available, i.e. 81 out of 196 deaths in Hiroshima and 1 out of 57 deaths in Nagasaki. It should be noted that this could reduce the accuracy of the analysis of cause of death in Hiroshima. The degree of inaccuracy introduced by the failure to obtain death certificates for one-third of the known deaths was surprisingly low (Table 8). The cause-specific mortality ratios for the in-utero sample and for all of Japan for the study years are remarkably alike. Even diseases of the newborn, the cause of death most likely to be underreported in the ABCC experience, failed to show more than a possible slight deficiency when compared with the data for Japan; 22.4% and 24.5% respectively. Table 9 shows the 18-year death rates per 100,000 subjects for each major category of cause of death, by city, and exposure comparison group with sexes combined. No significant difference in mortality among the exposure comparison groups was observed in each of 15 major categories of cause of death.

年齢別死亡率 生死を確認するための戸籍照合は、1964年7月に開始されたので、出生から照合までの追跡期間は18年になる。

広島・長崎別、性別および5つの被爆群別の各年齢に対する1000人当たりの死亡率を表7に示した。各欄について、観察死亡数と被爆別無作為分布に基づく期待死亡数との差異の有意性を χ^2 で検定した。被爆群間では、各年齢において、死亡率にほとんど有意差はなく、特別の傾向はみられなかった。たとえば、5つの被爆群のうち、1500 m未満の被爆群における乳児死亡率は最高であるが、4つの比較のうち2つの比較(男女別2都市)では有意性はない。たとえサンプルの大きさを増すために両市および男女を合計しても、死亡率の差は有意でない。もし、死亡に対する放射線の影響があれば、被爆後数年のうちに、特に年齢1歳以下の乳児に現われると予想される。しかし、年齢1歳未満の月齢別死亡率には5つの被爆群間に差異を認めない。

死因 上述のように総死亡率および年齢別死亡率に差がないので、死因の解析では特に注目すべきことは現われないと予想されたが、解析を実施した。保健所に保管されている「人口動態死亡票」から死因を転記した。「人口動態死亡票」の写しは、国立予防衛生研究所を通じて入手した。残念なことには、「人口動態死亡票」は保健所に必ずしも長期間保管されてはいない。大多数の死亡は、被爆後数年のうちに生じたから、「人口動態死亡票」は多くの場合、すなわち、広島では死亡196例中81例、長崎では死亡57例中1例が入手できなかった。これが広島における死因解析の正確性を減少する可能性があることに留意すべきである。判明した死者の3分の1について死亡票を入手することができないため生じる不正確性の程度は驚くほど低かった(表8)。すなわち、調査期間における胎内被爆児および全日本の死因別死亡比は酷似している。新生児の疾病は、この調査では死因のうち、もっとも過少に報告されている可能性があるが、それでも全日本の24.5%に比較して22.4%で僅少の不足を示したにすぎない。表9は、主要死因別、都市別および男女合計した被爆群別人口100,000人当たりの18年間の死亡率を示す。15の主要死因において、被爆比較群に死亡率の有意差は認められなかった。

TABLE 7 AGE-SPECIFIC DEATH RATES /1000 (ALL CAUSES) BY EXPOSURE GROUP - BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表7 被爆群別の年齢別死亡率(全死因人口1000人当たり)一出生記録のある群(他の資料源に含まれるものも含む)

Sex 性	Age at Death 死亡時年齢	Total #				0-1499 m				1500-1999				2000-2999				3000-3999				Not-in-city 市内不在		χ ² 検定
		Subjects 対象者数	Deaths 死に数	Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths 死に数	Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths 死に数	Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths 死に数	Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths 死に数	Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths 死に数		Rate 死亡率
Male	0	794	53	66.8	131	10	76.3	133	10	75.2	133	11	82.7	131	8	61.1	266	14	52.6					
	1	741	23	31.0	121	4	33.1	123	3	24.4	122	4	32.8	123	8	65.0	252	4	15.9					
	2	718	7	9.7	117	2	17.1	120	0	0	118	2	16.9	115	1	87.0	248	2	8.1					
	3	711	5	7.0	115	1	8.7	120	0	0	116	1	8.6	114	2	17.5	246	1	4.1					
	4	706	3	4.2	114	0	0	120	0	0	115	1	8.7	112	1	8.9	245	1	4.1					
	5	703	3	4.3	114	1	8.8	120	0	0	114	1	8.8	111	0	0	244	1	4.1					
	6	700	0	0	113	0	0	120	0	0	113	0	0	111	0	0	243	0	0					
	7	700	1	1.4	113	0	0	120	1	8.3	113	0	0	111	0	0	243	0	0					
	8	699	0	0	113	0	0	119	0	0	113	0	0	111	0	0	243	0	0					
	9	699	0	0	113	0	0	119	0	0	113	0	0	111	0	0	243	0	0					
	10	699	2	2.9	113	0	0	119	0	0	113	0	0	111	2	18.0	243	0	0					*
	11	697	0	0	113	0	0	119	0	0	113	0	0	109	0	0	243	0	0					
	12	697	2	2.9	113	1	8.9	119	0	0	113	0	0	109	1	9.2	243	0	0					
	13	695	0	0	112	0	0	119	0	0	113	0	0	108	0	0	243	0	0					
	14	695	2	2.9	112	2	17.9	119	0	0	113	0	0	108	0	0	243	0	0					*
	15	693	0	0	110	0	0	119	0	0	113	0	0	108	0	0	243	0	0					
	16	693	2	2.9	110	0	0	119	1	8.4	113	0	0	108	0	0	243	1	4.1					
	17	691	1	1.4	110	0	0	118	0	0	113	0	0	108	0	0	242	1	4.1					
	18	690	0	0	110	0	0	118	0	0	113	0	0	108	0	0	241	0	0					
	Total #	794	104	131.0	131	21	160.3	133	15	112.8	133	20	150.4	131	23	175.6	266	25	94.0					

Hiroshima 広島

Rate: Total 18-year rates /1000 live-born. Age-specific, annual rates/1000 alive at beginning of age interval.

死亡率: 生後1000人当たりの18年間の総死亡率, 年齢区分の最初に生存している1000人当たりの年齢別年間死亡率.

*.05-.01

TABLE 7 表7

Sex 性	Age at death 死亡時年齢	Total 計			0-1499 m			1500-1999			2000-2999			3000-3999			Not-in-city 市内不在			χ^2 検定
		Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths 死亡数	Rate 死亡率	
Hiroshima 広島																				
Female 女	0	815	51	62.6	134	12	89.6	135	7	51.9	136	10	73.5	136	6	44.1	274	16	58.4	
	1	764	19	24.9	122	2	16.4	128	5	39.1	126	4	31.7	130	2	15.4	258	6	23.3	
	2	745	8	10.7	120	1	8.3	123	0	0	122	0	0	128	2	15.6	252	5	19.8	
	3	737	3	4.1	119	1	8.4	123	0	0	122	1	8.2	126	1	7.9	247	0	0	
	4	734	2	2.7	118	0	0	123	0	0	121	1	8.3	125	1	8.0	247	0	0	
	5	732	2	2.7	118	0	0	123	0	0	120	2	16.7	124	0	0	247	0	0	*
	6	730	4	5.5	118	2	16.9	123	0	0	118	1	8.5	124	0	0	247	1	4.0	
	7	726	0	0	116	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	8	726	1	1.4	116	1	8.6	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	9	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	10	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	11	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	12	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	13	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	14	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	15	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	16	725	0	0	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	0	0	
	17	725	1	1.4	115	0	0	123	0	0	117	0	0	124	0	0	246	1	4.0	
	18	724	1	1.4	115	0	0	123	0	0	117	1	8.5	124	0	0	245	0	0	
	Total 計	815	92	112.9	134	19	141.8	135	12	88.9	136	20	147.1	136	12	88.2	274	29	105.8	

Rate: Total 18-year rates /1000 live-born. Age-specific, annual rates /1000 alive at beginning of age interval.

死亡率: 生後1000人当たりの18年間の総死亡率, 年齢区分の最初に生存している1000人当たりの年齢別年間死亡率.

* .05-.01

TABLE 7 表7

Sex 性	Age at deaths 死亡時年齢	Total 計		0-1499 m		1500-1999		2000-2999		3000-3999		Not-in-city 市内不在		χ^2 検定					
		Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率			
Male 男	0	161	11.2	27	6	222.2	26	1	38.4	27	3	111.1	27	2	74.1	54	6	111.1	
	1	143	5	35.0	21	1	47.6	25	0	0	24	2	83.3	25	0	0	48	2	41.7
	2	138	1	7.2	20	0	0	25	0	0	22	0	0	25	0	0	46	1	21.7
	3	137	1	7.3	20	0	0	25	0	0	22	0	0	25	0	0	45	1	22.2
	4	136	0	0	20	0	0	25	0	0	22	0	0	25	0	0	44	0	0
	5	136	1	7.4	20	0	0	25	0	0	22	1	45.5	25	0	0	44	0	0
	6	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	7	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	8	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	9	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	10	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	11	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	12	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	13	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	14	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	15	135	0	0	20	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	16	135	1	7.4	20	1	50.0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	17	134	0	0	19	0	0	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	18	134	2	14.9	19	2	10.5	25	0	0	21	0	0	25	0	0	44	0	0
	Total 計	161	29	180.1	27	10	370.4	26	1	38.5	27	6	222.2	27	2	74.1	54	10	185.2

Nagasaki 長崎

Rate: Total 18-year rates /1000 live-born. Age-specific, annual rates /1000 alive at beginning of age interval.

死亡率: 生後1000人当たりの18年間の総死亡率, 年齢区分の最初に生存している1000人当たりの年齢別年間死亡率.

*0.05,01

TABLE 7 表7

Sex 性	Age at death 死亡時年齢	Total 計		0-1499 m		1500-1999		2000-2999		3000-3999		Not-in-city 市内不在		χ^2 検定			
		Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率		Subjects 対象者数	Deaths Rate 死亡率	
Female 女	0	168	113.1	28	71.4	28	142.9	2	71.4	28	107.1	56	142.9	8			
	1	149	40.3	26	38.5	24	0	26	0	25	40.0	48	83.3	4			
	2	143	14.0	25	0	24	0	26	1	24	0	44	22.7	1			
	3	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	4	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	5	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	6	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	7	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	8	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	9	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	10	141	0	25	0	24	0	25	0	24	0	43	0	0			
	11	141	1	7.1	25	0	24	0	25	0	24	0	43	1			
	12	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
	13	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
	14	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
	15	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
	16	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
	17	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0			
18	140	0	0	25	0	24	0	25	0	24	0	42	0				
Total 計	168	28	166.7	28	3	107.1	4	142.9	28	3	107.1	28	4	142.9	56	14	250.0

Rate: Total 18 year rates /1000 live-born. Age-specific, annual rates /1000 alive at beginning of age interval.

死亡率: 生産1000人当たりの18年間の総死亡率, 年齢区分の最初に生存している1000人当たりの年齢別年間死亡率.

TABLE 8 CAUSE OF DEATH MORTALITY RATIOS (PERCENT OF TOTAL DEATHS WITH CAUSE KNOWN) IN UTERO SAMPLE AND ALL JAPAN*

表8 胎内被爆児および全日本における死因別死亡比(死因の判明した全死亡例の百分率)

ICD	Cause of death 死 因	ABCC In utero sample** ABCC 胎内被爆児	All Japan 全日本
001-138	Infectious diseases 伝染病	16.5	16.6
140-239	Neoplasms 新生物	1.2	1.0
240-289	Allergy and nutrition アレルギー性疾患および栄養の疾患	0.6	2.5
290-299	Blood disease 血液および造血器の疾患	6.5	3.4
300-398	Nervous system, sense organs 神経系, 感覚器疾患	0.0	1.1
400-468	Circulatory system 循環器系疾患	12.4	17.6
470-527	Respiratory system 呼吸器系疾患	26.5	17.2
530-587	Digestive system 消化器系疾患	2.4	1.5
590-637	Genito-urinary system 性尿器系疾患	0.0	<0.05
690-716	Skin 皮膚疾患	1.2	0.6
720-749	Bones 骨疾患	0.0	0.2
750-759	Congenital Malformations 先天奇形	0.0	2.5
760-776	Diseases of new-born 新生児の疾患	22.4	24.5
780-795	Ill-defined conditions 診断名不明確	4.1	3.5
800-999	Accidents 事故	6.5	7.8

*Based upon cause-specific deaths under 10 years of age in 1950 and 10-19 years of age in 1960.

1950年10歳以下および1960年10-19歳の死因別死亡に基づく。

**Includes only deaths for which death certificates were obtained.
死亡診断書が入手された死亡例のみを含めた。

Month of Birth It is commonly said that in-utero children are more sensitive to radiation early in pregnancy as compared with the later stages. One might expect a radiation effect on mortality, if it exists, to appear in the first trimester of pregnancy. Table 10 gives the 18-year death rates per 1000 subjects by month of birth, city, and exposure comparison group, with sexes combined. In 2 out of 20 comparisons, significant differences in mortality among the exposure comparison groups were observed. In one of these two comparisons, August 1945 births, mortality in the exposed within 1500 m is the highest among the five exposure comparison groups. This number of significant differences could occur by chance alone. In order to make the sample size larger, the months of birth were combined into trimesters of gestation, i.e., 1st trimester: February - May 1946, 2nd trimester: November 1945 - January 1946 and 3rd trimester: August-October 1945. Table 11 shows order of magnitude of mortality by trimester for the five exposure groups by city and sex. No consistent pattern of ranked death rates for the trimesters can be seen.

Maternal, Paternal Age, Birth Order and Birth Weight Specific Death Rate As already mentioned, the concomitant variables such as maternal age, birth order and certain socioeconomic factors are dissimilarly distributed within

出生月 妊娠初期の胎児の方が妊娠後期の胎児よりも放射線の感受性が強いといわれている。そこで、もし死亡に対する放射線の影響があるならば、妊娠初期の胎児に現われると予想される。表10に、男女合計の出生月別、都市別および被爆群別、1000人当たりの18年間の死亡率を示した。20の比較のうち、2つの比較において、被爆群に死亡率の有意差が観察された。2つの比較のうち、1つの比較、すなわち1945年8月の出生例において、1500 m未満の被爆者の死亡率は、5つの被爆群のうち最高である。しかし、この有意差を示した例数は、偶然だけでも起こりうる。サンプルの規模を大きくするため、出生月によって3つの妊娠時期、すなわち、前期(1946年2月-5月)、中期(1945年11月-1946年1月)、および、後期(1945年8月-10月)に統合した。表11は、都市別および性別に5つの被爆群に関する妊娠期別の死亡率の大きさの順位を示した。3つの妊娠時期において順位をつけた死亡率には被爆に関して一貫した傾向は認められない。

父母の年齢、出生順位および出生時体重別の死亡率 すでに述べたように、母親の年齢、出生順位およびある種の社会経済的要因のような関連因子は、5つの被爆群内

TABLE 9 CAUSE-SPECIFIC 18-YEAR DEATH RATES/100,000 BY EXPOSURE GROUP

表9 18年間の死因別死亡率(100,000人当たり): 被爆群別

ICD	Cause of death 死因	Male 男						Female 女						
		Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	
Hiroshima 広島														
001-138	Infectious disease 伝染病	Rate 死亡率	1511.3	3053.4	0	1503.8	3053.4	751.9	981.6	1492.5	1481.5	1470.6	735.3	365.0
		Deaths 死亡数	12	4	0	2	4	2	8	2	2	2	1	1
140-239	Neoplasms 新生物	Rate 死亡率	0	0	0	0	0	0	245.4	746.3	0	735.3	0	0
		Deaths 死亡数	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0
240-289	Allergy and nutrition アレルギー性疾患, 栄養の疾患	Rate 死亡率	125.9	763.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Deaths 死亡数	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300-398	Nervous system, sense organs 神経系, 感覚器	Rate 死亡率	755.7	1526.7	0	751.9	1526.7	375.9	490.8	746.3	0	735.3	735.3	365.0
		Deaths 死亡数	6	2	0	1	2	1	4	1	0	1	1	1
470-527	Respiratory system 呼吸器系	Rate 死亡率	629.7	0	1503.8	751.9	763.4	375.9	981.6	0	1481.5	2205.9	1470.6	365.0
		Deaths 死亡数	5	0	2	1	1	1	8	0	2	3	2	1
530-587	Digestive system 消化器系	Rate 死亡率	2644.8	763.4	751.9	4511.3	6106.9	1879.7	1472.4	746.3	1481.5	3676.5	2205.9	365.0
		Deaths 死亡数	21	1	1	6	8	5	12	1	2	5	3	1
590-637	Genito-urinary system 泌尿器系	Rate 死亡率	251.9	0	0	751.9	763.4	0	245.4	746.3	0	0	0	365.0
		Deaths 死亡数	2	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	1
690-716	Skin 皮膚	Rate 死亡率	125.9	763.4	0	0	0	0	122.7	0	0	0	0	365.0
		Deaths 死亡数	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
760-776	Disease of new-born 新生児の疾患	Rate 死亡率	1259.4	763.4	751.9	3759.4	763.4	751.9	858.9	746.3	740.7	2205.9	1470.6	0
		Deaths 死亡数	10	1	1	5	1	2	7	1	1	3	2	0
780-795	Ill-defined conditions 診断名不明確な症状	Rate 死亡率	251.9	0	0	0	1526.7	0	368.1	0	740.7	735.3	735.3	0
		Deaths 死亡数	2	0	0	0	2	0	3	0	1	1	1	0
800-999	Accidents 事故	Rate 死亡率	629.7	0	1503.8	0	0	1127.8	368.1	746.3	0	735.3	0	365.0
		Deaths 死亡数	5	0	2	0	0	3	3	1	0	1	0	1
	Cause unknown * 死因不明例数		39	11	9	4	4	11	42	11	4	3	2	22
	Total deaths 死亡総数		104	21	15	20	23	25	92	19	12	20	12	29
	Total subjects 対象者総数		794	131	133	133	131	266	815	134	135	136	136	274
Nagasaki 長崎														
001-138	Infectious disease 伝染病	Rate 死亡率	2484.5	0	0	3703.7	0	5555.6	2381.0	3571.4	0	0	0	5357.1
		Deaths 死亡数	4	0	0	1	0	3	4	1	0	0	0	3
300-398	Nervous system, sense organs 神経系, 感覚器	Rate 死亡率	621.1	3703.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Death 死亡数	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
470-527	Respiratory system 呼吸器系	Rate 死亡率	3105.6	7407.4	0	3703.7	0	3703.7	1785.7	0	0	0	0	5357.1
		Deaths 死亡数	5	2	0	1	0	2	3	0	0	0	0	3
530-587	Digestive system 消化器系	Rate 死亡率	2484.5	0	0	3703.7	0	5555.6	4761.9	0	7142.9	3571.4	3571.4	7142.9
		Deaths 死亡数	4	0	0	1	0	3	8	0	2	1	1	4
750-759	Congenital Malformation 先天奇形	Rate 死亡率	0	0	0	0	0	0	595.2	0	0	0	0	1785.7
		Deaths 死亡数	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
760-776	Diseases of new-born 新生児の疾患	Rate 死亡率	6832.3	14814.8	3846.2	7407.4	7407.4	3703.7	5952.4	7142.9	7142.9	7142.9	7142.9	3571.4
		Deaths 死亡数	11	4	1	2	2	2	10	2	2	2	2	2
780-795	Ill-defined conditions 診断名不明確な症状	Rate 死亡率	1242.2	3703.7	0	3703.7	0	0	0	0	0	0	0	0
		Deaths 死亡数	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
800-999	Accidents 事故	Rate 死亡率	1242.2	7407.4	0	0	0	0	595.2	0	0	0	0	1785.7
		Deaths 死亡数	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Cause unknown * 死因不明例数		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	Total deaths 死亡総数		29	10	1	6	2	10	28	3	4	3	4	14
	Total subjects 対象者総数		161	27	26	27	27	54	168	28	28	28	28	56

*Death certificate not obtained
死亡診断書が入手されていない。

each of the five exposure comparison groups and the differences are such as might lead to an inflation of mortality rates in the group within 4000 m. Since these concomitant variables are associated with each other, complete control of such bias is difficult. However, as one of the ways to eliminate the effect of such bias in the analysis, mortality comparisons are presented within a specific category of each concomitant variable. Table 12 sets forth 18-year death rates per 1000 subjects for five specific categories of maternal age by city and comparison group, sexes combined. In 1 of the 10 comparisons, the mortality differs significantly between the exposure comparison groups: Hiroshima, age 25-29 years, where there were no deaths in either the 0-1500 m or the not-in-city groups. Mortality specific for paternal age, birth order, and birth weight are shown in Tables 13-15. Again, one significant difference in mortality was observed among the exposure comparison groups but the comparison was not consistent with an exposure effect.

において均一に分布しておらず、その差異は4000 m未満の被爆群における死亡率を高くする方向に働いている。これらの関連因子は、相互に関連しているから、このような偏りを十分に制御することは困難である。しかしながら、解析においてこのような偏りの影響を除去する方法のひとつとして、各関連因子の特定区分内の死亡率比較を行なった。表12は、都市別および比較群別の母親の年齢の5つの特定区分に対する1000人当たりの18年間の男女合計の死亡率を示した。10の比較のうち、1つの比較において、広島の子の年齢が25-29歳の被爆群間で死亡率に有意差があったが、この年齢では1500 m未満の群、また非被爆群のいずれにも死亡例はなかった。表13-15に、父親の年齢、出生順位および出生時体重別の死亡率を示した。被爆群間に、死亡率の有意差が一つの例において認められたが、その差の傾向は被爆影響とは一致しない。

TABLE 10 18-YEAR DEATH RATES/1000 BY BIRTH MONTH AND EXPOSURE GROUPS
BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表10 出生月別および被爆群別の18年間死亡率(1000人当たり) - 出生記録のある群(他の資料源に含まれるものも含む)

Month of Birth 出生月		Hiroshima 広島					Nagasaki 長崎						
		Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在
1945													
August	Rate 死亡率	137.9*	333.3	66.7	142.9	52.6	89.3	186.0	375.0	0	125.0	0	250.0
8月	Subjects 対象者数	145	27	15	28	19	56	43	8	3	8	8	16
September	Rate 死亡率	117.2	217.4	83.3	166.7	76.9	83.3	230.8	500.0	0	0	0	500.0
9月	Subjects 対象者数	145	23	24	24	26	48	13	2	3	2	2	4
October	Rate 死亡率	136.6	115.4	142.9	185.2	192.3	92.6	129.0	200.0	0	200.0	200.0	100.0
10月	Subjects 対象者数	161	26	28	27	26	54	31	5	6	5	5	10
November	Rate 死亡率	100.0**	55.6	266.7	166.7	38.5	0	241.4	0	0	200.0	400.0	400.0
11月	Subjects 対象者数	130	18	30	18	26	38	29	5	4	5	5	10
December	Rate 死亡率	129.0	76.9	71.4	115.4	260.9	134.6	282.1	333.3	333.3	333.3	166.7	250.0
12月	Subjects 対象者数	155	26	28	26	23	52	39	6	9	6	6	12
1946													
January	Rate 死亡率	106.0	114.8	33.9	129.0	190.5	96.0	200.0	400.0	0	400.0	0	200.0
1月	Subjects 対象者数	349	61	59	62	42	125	30	5	5	5	5	10
February	Rate 死亡率	131.0	52.6	135.1	157.9	146.3	146.7	169.2	363.6	90.9	100.0	90.9	181.8
2月	Subjects 対象者数	229	38	37	38	41	75	65	11	11	10	11	22
March	Rate 死亡率	140.4	275.9	103.4	137.9	90.9	120.7	100.0	0	0	0	333.3	166.7
3月	Subjects 対象者数	178	29	29	29	33	58	20	3	4	4	3	6
April	Rate 死亡率	81.4	250.0	0	83.3	40.0	83.3	75.0	0	0	142.9	0	142.9
4月	Subjects 対象者数	86	12	13	12	25	24	40	7	5	7	7	14
May	Rate 死亡率	161.3	0	0	400.0	333.3	100.0	105.3	0	250.0	0	0	166.7
5月	Subjects 対象者数	31	5	5	5	6	10	19	3	4	3	3	6
Total 計	Subjects 対象者数	1609	265	268	269	267	540	329	55	54	55	55	110

Significant at * 5%, and ** 1% level 有意水準 * 5%および**1%

TABLE 11 ORDER OF MORTALITY* AS TO EXPOSURE GROUP AND TRIMESTER BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表11 被爆群と妊娠期別の死亡率順位—出生記録のある群(他の資料源に含まれるものも含む)

City 市別	Sex 性	Trimester 妊娠期	Exposure group 被爆群				Not-in-city 市内不在
			0-1499 m	1500-1999	2000-2999	3000-3999	
Hiroshima 広島	Male 男	1	1	4	3	2	5
		2	4	3	2	1	5
		3	1	3	2	4	5
	Female 女	1	3	4	1	5	2
		2	4.5	3	4.5	1	2
		3	1	4	2	3	5
		Σ	14.5	21	14.5	16	24
		N	6	6	6	6	6
		Mean 平均	2.4	3.5	2.4	2.7	4
Nagasaki 長崎	Male 男	1	1	4.5	2.5	4.5	2.5
		2	1.5	5	1.5	4	3
		3	3	4.5	2	4.5	1
	Female 女	1	3	3	5	3	1
		2	4	2	3.5	3.5	1
		3	3	5	3	3	1
		Σ	15.5	24.0	17.5	22.5	9.5
		N	6	6	6	6	6
		Mean 平均	2.6	4.0	2.9	3.8	1.6

*Ranked 1,2,3,4,5: Highest to lowest mortality 死亡率順位を最高の1から最低の5までにした。

TABLE 12 18-YEAR DEATH RATES /1000 BY MATERNAL AGE AT BIRTH AND EXPOSURE GROUPS BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表12 出生時の母親の年齢および被爆群別の18年間の死亡率(1000人当たり)—出生記録のある群(他の資料源に含まれるものも含む)

Maternal Age 母親の年齢	Hiroshima 広島							Nagasaki 長崎					
	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	
25-29†	Rate 死亡率	131.6*	0	90.9	166.7	600.0	0	157.9	166.7	0	500.0	0	333.3
	Subjects 対象者数	38	5	11	6	5	11	19	6	5	2	3	3
30-34	Rate 死亡率	122.7	121.6	97.6	166.7	115.4	118.4	205.1	285.7	250.0	142.9	62.5	269.2
	Subjects 対象者数	432	74	82	72	52	152	78	14	8	14	16	26
35-39	Rate 死亡率	116.1	142.9	58.8	132.4	151.2	104.0	159.1	250.0	71.4	0	153.8	210.5
	Subjects 対象者数	465	70	68	68	86	173	88	12	14	11	13	38
40-44	Rate 死亡率	118.5	178.6	169.8	100.0	120.7	80.9	137.0	83.3	0	384.6	125.0	111.1
	Subjects 対象者数	363	56	53	60	58	136	73	12	13	13	8	27
45+	Rate 死亡率	129.4	183.3	92.6	190.5	90.9	90.9	197.2	363.6	142.9	66.7	133.3	312.5
	Subjects 対象者数	309	60	54	63	66	66	71	11	14	15	15	16
Unknown 不明	Subjects 対象者数	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Total 計	Subjects 対象者数	1609	265	268	269	267	540	329	55	54	55	55	110

*Significant at 5% level, 有意水準5%

†There is no subject whose maternal age is under 25.

母親の年齢が25歳以下のものはない。

TABLE 13 18-YEAR DEATH RATES/1000 BY PATERNAL AGE AT BIRTH AND EXPOSURE GROUPS
BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表13 出生時の父親の年齢および被爆群別の18年間の死亡率(1000人当たり)―出生記録のある群
(他の資料源に含まれるものも含む)

Paternal Age 父親の年齢		Hiroshima 広島						Nagasaki 長崎					
		Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在
25-29†	Rate 死亡率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subjects 対象者数	2	0	1	0	0	1	4	0	2	0	1	1
30-34	Rate 死亡率	129.6	181.8	0	142.9	285.7	100.0	214.3	250.0	0	0	0	285.7
	Subjects 対象者数	54	11	9	7	7	20	14	4	0	0	3	7
35-39	Rate 死亡率	122.6	169.5	93.8	127.3	145.5	103.2	194.0	166.7	285.7	125.0	90.9	285.7
	Subjects 対象者数	359	59	64	55	55	126	67	12	7	16	11	21
40-44	Rate 死亡率	129.5	161.8	129.4	161.8	144.7	97.7	164.9	315.8	66.7	76.9	200.0	142.9
	Subjects 対象者数	471	68	85	68	76	174	97	19	15	13	15	35
45+	Rate 死亡率	115.0	133.9	83.3	151.1	108.5	100.5	170.1	200.0	66.7	230.8	80.0	239.1
	Subjects 対象者数	722	127	108	139	129	219	147	20	30	26	25	46
Unknown 不明	Subjects 対象者数	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total 計	Subjects 対象者数	1609	265	268	269	267	540	329	55	54	55	55	110

† There is no subject whose father's age is under 25.
父親の年齢が25歳以下のものはない。

TABLE 14 18-YEAR DEATH RATES/1000 BY BIRTH ORDER AND EXPOSURE GROUPS
BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表14 出生順位および被爆群別の18年間の死亡率(1000人当たり)―出生記録のある群
(他の資料源に含まれるものも含む)

Birth order 出生順位		Hiroshima 広島						Nagasaki 長崎					
		Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499 m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在
1	Rate 死亡率	88.0	151.9	60.6	72.7	113.2	57.4	125.0	76.9	181.8	117.6	62.5	173.9
	Subjects 対象者数	375	79	66	55	53	122	80	13	11	17	16	23
2	Rate 死亡率	114.6	122.4	130.4	120.7	94.3	108.3	72.7	200.0	0	250.0	0	52.6
	Subjects 対象者数	349	49	69	58	53	120	55	10	10	4	12	19
3	Rate 死亡率	111.9	205.1	50.0	171.4	142.9	65.4	145.8	400.0	0	0	166.7	166.7
	Subjects 対象者数	277	39	40	35	56	107	48	10	9	11	6	12
4	Rate 死亡率	86.3	80.0	103.4	97.6	88.2	73.5	71.4	166.7	100.0	142.9	0	0
	Subjects 対象者数	197	25	29	41	34	68	42	6	10	7	6	13
5	Rate 死亡率	94.8	87.0	133.3	50.0	166.7	58.8	200.0	0	0	200.0	222.2	285.7
	Subjects 対象者数	116	23	15	20	24	34	25	2	2	5	9	7
6+	Rate 死亡率	83.8	38.5	85.7	78.9	108.1	96.8	190.5	142.9	111.1	250.0	200.0	230.8
	Subjects 対象者数	167	26	35	38	37	31	42	7	9	8	5	13
Unknown 不明	Subjects 対象者数	128	24	14	22	10	58	37	7	3	3	1	23
Total 計	Subjects 対象者数	1609	265	268	269	267	540	329	55	54	55	55	110

TABLE 15 18-YEAR DEATH RATES /1000 BY BIRTHWEIGHT AND EXPOSURE GROUPS
BIRTH RECORD WITH OR WITHOUT OTHER SOURCES

表15 出生時体重および被爆群別の18年間の死亡率(1000人当たり)―出生記録のある群
(他の資料源に含まれるものも含む)

Birthweight 出生時体重 g	Hiroshima 広島							Nagasaki 長崎				
	Total 計	0-1499m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在	Total 計	0-1499m	1500- 1999	2000- 2999	3000- 3999	Not-in- city 市内不在
<2000	Rate 死亡率	83.3	0	0	333.3	0	0	0	0	0	0	0
	Subjects 対象者数	24	11	3	6	2	2	5	0	1	1	2
2000-2499	Rate 死亡率	157.9	222.2	166.7	176.5	176.5	69.0	90.9	250.0	0	0	125.0
	Subjects 対象者数	114	27	24	17	17	29	22	4	2	4	8
2500-2999	Rate 死亡率	105.6*	150.7	70.6	74.1	186.7	76.3	116.7	0	100.0	83.3	250.0
	Subjects 対象者数	445	73	85	81	75	131	60	12	10	12	14
3000-3499	Rate 死亡率	76.8	69.3	101.7	96.5	74.4	60.2	131.6	136.4	35.7	250.0	37.0
	Subjects 対象者数	703	101	118	114	121	249	152	22	28	24	27
3500-3999	Rate 死亡率	44.2	153.8	0	0	41.7	47.6	125.0	500.0	142.9	125.0	0
	Subjects 対象者数	113	13	17	17	24	42	32	4	7	8	5
4000+	Rate 死亡率	40.0	0	0	0	0	111.1	0	0	0	0	0
	Subjects 対象者数	25	3	5	3	5	9	7	0	1	3	2
Unknown不明	Subjects 対象者数	185	37	16	31	23	78	51	13	5	3	4
Total計	Subjects 対象者数	1609	265	268	269	267	540	329	55	54	55	110

*Significant at 5% level. 有意水準5%

DISCUSSION

Significant relationship of mortality in in-utero children by distance from the hypocenter with 18 years follow-up after birth was not demonstrated. This is not attributable to the concealing effects of such concomitant variables as parental age, birth order, or socioeconomic factors which also affect mortality, especially infant mortality. This study of mortality during the first 18 years of life does not apply to differences in mortality by distance which may occur later in life. It should be noted, however, that this study covers the early years of life when radiation effects would be most likely to appear, if they existed. From this standpoint, perinatal death, stillbirth and neonatal death is important. Only the deaths among live-born children have been observed since no data are available for stillbirths. Yamazaki et al¹¹ reported that stillbirth occurred more often in the children heavily exposed in utero as compared with those lightly exposed. However, the number of subjects was small. Parents sometimes reported early neonatal deaths as stillbirths, to avoid such complicated procedures as the submitting of birth and death certificates together. Such misreported cases might occur more frequently in subjects in this study because of the confusion after the A-bomb and the war. Since such cases

考 察

出生後18年間の追跡調査において爆心地からの距離と胎内被爆児の死亡率との間に有意な関係を立証することはできなかった。これは、死亡率、特に乳児死亡率に影響を及ぼす両親の年齢、出生順位または社会経済的因子のような関連因子によっておおい隠されたためではない。生後、最初の18年間を対象にしたこの死亡率調査の結果から、その後に起こりうる被爆距離別の死亡率の差を推定できないことはもちろんである。しかしながら、この調査は、放射線の影響が実存していれば、最もよく現われるであろう若年齢における死亡を観察している点に留意すべきである。この見地から、分娩前後の死亡(死産および新生児の死亡)は重要である。しかし、死産についての資料がないので、生産児の死亡だけ観察した。山崎ら¹¹によれば、死産の頻度が軽度の胎内被爆児に比べて強度の胎内被爆児の方が高いと報告されている。しかし、これには調査の対象者数が少なかった欠点がある。親は出生届および死亡診断書をいっしょに提出するような複雑な手続きを避けるため、生後間もなく死亡した新生児を死産として時々届けていたことも予想される。原爆および戦後の混乱のため、このような例は、この調査対象者に多いかもしれない。またこのような例は、母親の被

might be associated with exposure status of the mother, this might induce a bias in the analysis. Therefore, negative findings concerning mortality within 1 year of age by exposure should be conservatively considered.

Although the cause of death could not be obtained from death certificates in about one-third of the total deaths, no relationship of mortality to exposure was observed for any cause of death.

Miller⁶ observed microcephaly more frequently in the heavily exposed in utero children. However, the number of microcephalics was small and there is little likelihood that microcephaly would be reported as a cause of death. No deaths were reported. Leukemia incidence in heavily exposed A-bomb survivors is elevated.^{15,16} Only two cases exposed in utero with definite leukemia were found in the extensive leukemia detection program of ABCC. These were at distances of 2075 m and 9920 m from the hypocenter ATB. The former is also in the present mortality sample. With so small numbers no relationship between leukemia and exposure in utero is suggested.

The exact importance of the present observations depends, of course, on the estimated mean exposure to radiation of the various exposure groups. The problem of estimating individual radiation doses received from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki is still troublesome after 20 years of study.⁴ The so-called T57 Dose Scale, developed on the basis of the reports of Ritchie and Hurst¹⁷ and Arakawa,¹⁸ is based on distance from the hypocenter and shielding. Individual doses so estimated are considered accurate only to a factor of 2, i.e., the true dose may be half or twice the T57D estimate.³ One of the uncertainties stems from the fact that the yield for neither of the two bombs is accurately known. Efforts to refine dose estimates are continuing. The T57D estimates are for whole-body irradiation. The body of the mother provided shielding for the fetus, and it is possible that dose per unit volume to the fetus will be less. However because of the high energy of the radiation, the attenuation factor may be minor.

Dose estimates are not available for mothers of the subjects in this study. As an estimation, therefore, the geometric mean T57D estimates for JNII-ABCC Life Span Study³ members has been derived for each 100 m zone, and, the exposed mothers of in-utero subjects in each 100 m zone have been assigned the mean T57D value for that zone. This is not ideal but it seemed that inaccuracies would be minor compared to the 150-fold dose variation in between 700 m and 2000 m. The geometric mean dose thus estimated for "Birth Record" in-utero children was 203.4 rad and 30.4 rad in the exposed group within 1500 m

爆状態と関係があるかもしれないので、解析上の偏りをもたらさう。したがって、被爆状態と年齢1歳未満の死亡の間に関係をみいだしえなかった事実は、控えめに考察する必要がある。

全死亡例の約3分の1について死亡票から死因を入手することはできなかったが、被爆と死亡率の関係は、各死因についてもみいだされなかった。

Miller⁶は、強度胎内被爆児では小頭症の頻度が高いと報告した。しかし、小頭児の数は少ないし、死因として小頭症が報告される可能性はほとんどない。小頭症による死亡例の報告はなかった。強度被爆者の白血病発生率は上昇している。^{15,16} ABCCの広範におたる白血病探知調査では、胎内被爆児に診断確実な白血病が2例だけ発見された。被爆距離はそれぞれ2075 mおよび9920 mであった。前者は現在の死亡調査サンプルには入っていない。このように例数がきわめて少数ではあるが、白血病と胎内被爆との関係は示唆されない。

本調査の重要性は、もちろん、各被爆群の被曝放射線の平均推定線量に左右される。広島および長崎の原子爆弾によって受けた個人の放射線量を推定することは、被爆後20年の現在でも、依然として困難である。⁴ Ritchie および Hurst¹⁷、ならびに Arakawa¹⁸ の報告に基づいて作成されたいわゆる T57 線量は、爆心地からの距離および遮蔽に基づいて推定されている。推定した個々の線量の誤差は大きく、真の線量は T57 線量推定値の 2 分の 1 ないし 2 倍になりうる。³ 不確定さのひとつは、2 つの爆弾の放出した放射線量が正確に判明していないことから起きている。線量推定の精度を改善する努力を続けているが、現在のところ、この程度の不確定度で満足しなければならない。T57 線量推定値は、全身照射に対するものである。母体が胎児に対する遮蔽になっているので、胎児に対する単位容積当たりの線量はさらに少ないであろう。しかしながら、高エネルギー放射線であったので、減弱係数は小さかったかもしれない。

本調査対象者のおおのこの母親に対する線量推定値は得られない。したがって、推定として、予研-ABCC 寿命調査サンプル³ について 100 m ごとの距離区間に対する T57 線量の幾何学的平均値を求めて、各 100 m 区間にいた胎内被爆児の母親に、その区間の平均 T57 線量値を用いて推定した。これは理想的ではないが、700 m と 2000 m との間には 150 倍もある線量の差に比べて、この推定方法の不確定性はあまり問題にならないと考えられる。「出生記録」より得た胎内被爆児について、推定した幾何学的平均線量は、広島の 1500 m 未満および 1500-1999 m では、それぞれ 203.4 rad および 30.4 rad であっ

and 1500-1999 m respectively in Hiroshima; for Nagasaki the values are 360.8 rad and 28.6 rad respectively. The median rad doses might be more appropriate and these are 170.4 rad and 30.8 rad in Hiroshima, and 301.0 rad and 30.0 rad in Nagasaki. The distance-dose curve shows that dose is approximately 5 rad at 2500 m and falling rapidly, thus the average dose for those beyond 2000 m can be considered negligible. However, in view of the dosimetry problems mentioned these values are but rough approximations.

Experimental studies on irradiated mammals have resulted in reduced fetal and postnatal viability, as well as skeletal and visceral malformations.¹⁹⁻²¹ Organs at critical stages of development are highly susceptible to relatively low radiation doses. High doses can produce abnormalities at any stage of development. Doses high enough to produce developmental abnormalities do not necessarily cause abortion or prenatal death.^{22,23}

Russell²³ reported that when mice were irradiated with X-ray of 200 r (LD₅₀ in mouse is 400 r), 16 out of 41 irradiated at 9½ days postconception had spina bifida at birth while none of 379 irradiated on other days and none of 372 controls showed this abnormality. Little attention is given in the literature to postnatal death of the exposed to radiation in utero and no animal experiments are comparable with the present study. Wilson²⁴ found, in addition to skeletal and visceral malformations in irradiated mice fetuses, structural abnormalities in the liver manifested by absent or reduced hematopoietic activities and associated with high mortality. Job et al²⁵ mentioned that associated findings of anemia, diarrhea, hemorrhagic tendencies, weight loss and abnormal nervous phenomena seemed to indicate that death was due to direct radiation damage of vital tissues and not due to indirect damage through the body of the irradiated mother. For human beings, Murphy et al²⁶ noted pelvic radiation of pregnant women resulted in a high incidence, 37% (28 of 75 children) of mental or physical abnormalities in the offspring. MacMahon²⁷ reported a higher incidence of leukemia and other neoplasms in children whose mothers were exposed to abdominal or pelvic X-rays during the pregnancy. Miller⁶ reported higher incidence of microcephaly and delay in growth and development among in-utero children proximally exposed to the A-bomb. However, there is no data for postnatal death except that Yamazaki¹¹ et al observed mortality among 98 subjects exposed in utero within 2000 m with 113 randomly selected comparison subjects who had been in utero at 4000-5000 m in Nagasaki. Higher infant mortality, stillbirths and neonatal deaths occurred in the group within 2000 m, however, the numbers are small.

て、長崎では、それぞれ 360.8 rad と 28.6 rad であった。線量の中央値の方がいっそう適切であるかもしれない。その値は、広島ではそれぞれ 170.4 rad と 30.8 rad であって、長崎では、301.0 rad と 30.0 rad である。距離別空中線量曲線によれば、線量は 2500 m で約 5 rad であり、急速に下降するので、2000 m 以遠で被爆したものの平均線量は無視できる程度と思われる。しかし、さきに言及した線量測定の問題があるので、これらは近似値にすぎない。

哺乳動物の実験によれば、放射線照射は胎児および出生後の生活力の減少をもたらすと同時に、骨格および内臓器の奇形をも起こす。¹⁹⁻²¹ 発育の重要段階にある臓器は、比較的低い放射線線量に対しても強い感受性をもつ。高い線量は、発育の各段階においても異常をもたらすことができる。発育異常を起こす程度の線量は、必ずしも流産あるいは胎児の死亡を起こさせるとは限らない。^{22,23}

Russell²³ によれば、マウスに X線 200 R (マウスの LD₅₀ は 400 R である。) を、受胎後 9½ 日で照射した場合、41 例中 16 例に出生時二分骨椎があったが、この異常を示したものは、その他の日に照射した 379 例中では 1 例もなく、また対照者 372 例中でも 1 例もなかった。胎内照射児の出生後の死亡について、文献はほとんどみられず、本研究と比較できるような動物実験はない。Wilson²⁴ は、放射線照射を受けたマウスの胎児に骨格および内臓の奇形のほかに、肝臓の構造上の異常を認めた。さらにこれらの例には欠如または減少した造血機能と高死亡率が認められた。Job ら²⁵ によれば、貧血、下痢、出血傾向、体重減少および異常神経性現象の関連所見は、重要な組織に対する放射線の直接的損傷に起因し、放射線照射を受けた母体からの間接的な損傷に起因するものではない。人間については、Murphy ら²⁶ は、妊婦の骨盤部の放射線照射により子供に精神的または肉体的な異常が 37% (子供 75 人中 28 人) の高頻度で現われたという。MacMahon は、²⁷ 母親が妊娠中腹部または骨盤部 X線照射を受けたものの子供に、白血病およびその他の新生物の発生率が高いことを報告した。Miller⁶ は、近距離胎内被爆児には、小頭症の高い頻度および成長発育の遅延を認めた。山崎¹¹ は、長崎において 2000 m 未満で胎内で被爆した者 98 人と 4000-5000 m での胎内被爆児から無作為抽出で選んだ比較対照者 113 人の死亡率を観察し、2000 m 未満胎内被爆児は対照に比べて、乳児死亡、死産および新生児死亡の率が高いことを報告しているが、その観察例数が少ない欠点がある。しかし、これを除いては生後の死亡についての資料はない。

SUMMARY

Mortality of a cohort of 2800 children in utero at the time of the A-bombs and divisible into five groups by mother's exposure status was observed in Hiroshima and Nagasaki.

No significant relationship between mortality and exposure was observed over 18 years observation for any specific age or any cause of death.

Though the comparison groups differ with respect to certain extraneous sources of variation in mortality, notably, mother's age, and birth order, the failure to observe significant differences in mortality among the exposure groups is not attributable to the existence of this concomitant variation.

要 約

広島および長崎で原爆時胎内にあった児童2800人を母親の被爆状態によって5群に区分してその死亡率を観察した。

特定の年齢または死因については、生後18年間の観察では、死亡率と被爆との間に有意な関係は認められなかった。

死亡に影響を及ぼす放射線以外の因子、特に母親の年齢および出生順位については、比較群には差があったが、被爆群に死亡率の有意差が認められなかったことは、この関連因子のためではないといえる。

REFERENCES

参考文献

1. HURSH JB: The effect of ionizing irradiation on longevity. USAEC UR-506, 1957
(寿命に対する電離放射線照射の影響)
2. JONES DC, KIMDDORF DJ: Effect of age at irradiation on life span in the male rat. Radiat Res 22:106-15, 1964
(放射線照射時の年齢の雄ラットの寿命に対する影響)
3. JABLON S, ISHIDA M, BEEBE GW: Studies of mortality of A-bomb survivors. 1 and 2. 1950-59. Radiat Res 21:423-45, 1964; Hiroshima Igaku - J Hiroshima Med Ass 17:1156-80, 1964
(原爆被爆生存者の死亡率調査. 1および2. 1950-59年)
4. JABLON S, ISHIDA M, YAMASAKI M: Studies of mortality of A-bomb survivors. 3. Description of the sample and mortality, 1950-60. Radiat Res 25:25-52, 1965
(原爆被爆者の死亡率調査. 第3報. サンプルの説明および1950-60年の死亡率)
5. CIOCCO A: JNII-ABCC Life Span Study and ABCC-JNII Adult Health Study. Mortality 1950-64 and disease and survivorship 1958-64 among sample members aged 50 years or older, 1 October 1950. ABCC TR 18-65
(予研-ABCC 寿命調査およびABCC-予研 成人健康調査. 1950年10月1日現在の年齢が50歳以上であった調査対象者における1950-64年の死亡率, ならびに1958-64年の疾病および生存率)
6. MILLER RW: Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to Hiroshima atomic bomb. Pediatrics 18:1-18, 1956
(原爆被爆後の最初の10年間に広島若年層被爆者に認められた遅発性影響)
7. BURROW GN, HAMILTON HB, HRUBEC Z: Study of adolescents exposed in utero to the atomic bomb, Nagasaki, Japan. 2. Growth and Development. JAMA 192:357-64, 1965
(胎内被爆児の思春期調査, 長崎. 2. 成長と発育)
8. WOOD JW, JOHNSON KG, et al: Mental retardation in children exposed in utero to the atomic bomb - Hiroshima and Nagasaki. Amer J Public Health 57:1381-90, 1967
(広島・長崎の胎内被爆者における知能遅滞)
9. WOOD JW, KEEHN RJ, et al: The growth and development of children exposed in utero to the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Amer J Public Health 57:1374-80, 1967
(広島および長崎における胎内被爆者の成長と発育)
10. KANAMITSU M, MORITA K, et al: Serologic response of atomic bomb survivors following Asian influenza vaccination. Jap J Med Sci Biol 19:73-84, 1966
(原爆被爆者におけるアジア型インフルエンザワクチン接種後の血清学的反応)

11. YAMAZAKI JN, WRIGHT SW, WRIGHT PM: Outcome of pregnancy in women exposed to the atomic bomb in Nagasaki. *Amer J Dis Child* 87:448-63, 1954
(長崎における原爆被爆女性の妊娠結果)
12. NEEL JV, SCHULL WJ: The Effect of Exposure to the Atomic Bombs on Pregnancy Termination in Hiroshima and Nagasaki. NAS-NRC Publication No. 461, Washington D.C., 1956
(広島および長崎で被爆した人の妊娠終結に及ぼす原爆の影響)
13. NEWCOMBE HB: Screening for effects of maternal age and birth order in a register of handicapped children. *Amer J Hum Genet* 27:367-82, 1964
(身体障害児の登録における母親の年齢と出生順位の影響の調査)
14. 角田 眞作: 出生から乳児死亡への追跡, 特に未熟児とその死亡, 厚生指標 3(7): 2-33, 1956
(TSUNODA R: Follow-up from birth to infant death. *Kosei no shihyo Health Welfare Statistics*)
15. 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 experience. *Ann Intern Med* 56:590-609, 1962; *Hiroshima Igaku-J Hiroshima Med Ass* 17:578-96, 1964
(電離放射線を受けた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)
16. BIZZOZERO OJ, JOHNSON KG, CIOCCO A: Radiation-related leukemia in Hiroshima and Nagasaki, 1946-64. Distribution, incidence and appearance time. *New Eng J Med* 274:1095-102, 1966
(広島および長崎における放射線関連白血病の分布, 発病率と発病時期, 1946-64年)
17. 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)
18. ARAKAWA ET: Radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. *New Eng J Med* 263:488-93, 1960
(広島および長崎被爆生存者に関する放射線線量測定)
19. HICKS SP: Developmental malformations produced by radiation. A timetable of their development. *Amer J Roentgen* 69:272-93, 1953
(放射線による胎児の発育上の奇形. その発生の経緯)
20. COWEN D, GELLER IM: Long-term pathological effects of prenatal X-irradiation on the central nervous system of the rat. *J Neuropath Exp Neurol* 16:488-527, 1960
(ラットの中脳神経系への出生前X線照射の長期的病理学的影響)
21. WARREN S, DIXON FJ: Effects of continuous radiation on chick embryos and developing chicks. *Radiology* 52:714-29, 1949
(雛の胎児および発育中の雛に対する継続放射線照射の影響)
22. WARKARY J, SCHRAFFENDERGER E: Congenital malformations induced in rats by roentgen rays. *Amer J Roentgen* 57:455-63, 1947
(X線によって誘発されたラットにおける先天性奇形)
23. RUSSELL LB, BURRELL WL: Radiation hazards to the embryo and fetus. *Radiology* 58:369-77, 1952
(胚および胎児に対する放射線危害)
24. WILSON JG, KARR JW: Effects of X-irradiation on embryonic development. *Amer J Anat* 88:1-33, 1951
(胎児の発育に対するX線照射の影響)
25. JOB TT, LEIBOLD GJ, FITZMAURICE HA: Biological effects of roentgen rays: Biological effects of roentgen rays. *Amer J Anat* 56: 97-117, 1935
(X線の生物学的影響)
26. MURPHY DP: The outcome of 625 pregnancies in women subjected to pelvic radium or roentgen irradiation. *Amer J Obst Gynec* 18: 179-87, 1929
(骨盤のラジウムまたはX線照射を受けた婦人における妊娠625例の結果)
27. MACMAHON B: X-ray exposure and childhood cancer. *J Nat Cancer Inst* 28:1173-91, 1962
(出産前のX線照射と小児期の癌)