

SEX RATIO IN OFFSPRING OF SURVIVORS EXPOSED PRENATALLY
TO THE ATOMIC BOMBS, HIROSHIMA — NAGASAKI

胎内被爆者の子供における性比，広島・長崎

SEYMOUR JABLÓN, M.A.

HIROO KATO, M.D., M.P.H. 加藤寛夫



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所—原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

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。

SEX RATIO IN OFFSPRING OF SURVIVORS EXPOSED PRENATALLY
TO THE ATOMIC BOMBS, HIROSHIMA — NAGASAKI

胎内被爆者の子供における性比，広島・長崎

SEYMOUR JABLON, M.A.

HIROO KATO, M.D., M.P.H. 加藤寛夫



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

CONTENTS

目次

Summary 要約	1
Background 背景	1
Method and Population 方法および調査集団	2
Results 結果	5
Discussion 考察	6
References 参考文献	7

Table 1. The in utero mortality sample

表 胎内被爆者死亡率調査の対象群	3
2. Marital status and reproductive history by radiation dose 婚姻状態および妊娠歴：放射線量別	5
3. Marriages and offspring of in utero sample by radiation dose, gestational age 胎内被爆対象群の婚姻状態および子供：放射線量および被爆時の妊娠期間別	6

A paper based on this report was accepted for publication by the American Journal of Epidemiology.

本報告に基づく論文は American Journal of Epidemiology に受理された。

Approved 承認 27 August 1970

SEX RATIO IN OFFSPRING OF SURVIVORS EXPOSED PRENATALLY
TO THE ATOMIC BOMBS, HIROSHIMA - NAGASAKI
胎内被爆者の子供における性比，広島・長崎

SEYMOUR JABLON, M.A., HIROO KATO, M.D., M.P.H. (加藤寛夫)*

Department of Statistics
統計部

SUMMARY. Meyer et al¹ have reported that females who had been exposed to radiation while in utero, in their own subsequent reproductive performance, had a significantly increased proportion of male offspring if the X-ray exposure occurred before the 30th week of fetal life. We have examined the reproductive performance through 1969 of 2444 persons including some exposed while in utero to radiation from the Hiroshima or Nagasaki atomic bomb in 1945, and matched controls. For 1272 females included in this group 345 births were recorded, and for the 1172 males, 109 births were recorded.

No relationship was found between the sex ratio in the offspring and the dose to the parent as a fetus, within any trimester of gestation at exposure, for either female or male parents. Possible reasons for this result, contradictory to that of Meyer et al are discussed.

要約 Meyer ら¹は、妊娠30週以内に母親の胎内でX線照射を受けた女の子供には、男児が生まれる割合が多いことを報告した。著者らは、広島・長崎で原子爆弾に被爆した胎内被爆者とその対照2444人について1969年までの結婚・出産に関して調査した。女の胎内被爆者1272人には345人の子供の出生が記録され、男の胎内被爆者1172人には109人の子供のそれが記録された。

胎内で被爆した親よりの子供の性比とその親が胎内で受けた被曝線量との間には、被爆時の妊娠月数、胎内被爆者の性別のいかんにかかわらず関連は認められなかった。Meyer らと反対の調査結果を得た理由について考察を加えた。

BACKGROUND

Meyer et al¹ have reported that females, exposed to relatively low doses of X-rays during the first 29 weeks of fetal life, in their own subsequent reproductive performance display a marked alteration of the sex ratio in the direction of male births. ABCC, in collaboration with

背景

Meyer ら¹は、その胎児期の29週間以内に比較的低い線量のX線を受けた女性よりの出産児には男が著しく多いことを報告している。ABCCは予研と共同で、広島およ

*Hiroshima Branch Laboratory, Japanese National Institute of Health, Ministry of Health and Welfare

厚生省国立予衛生研究所広島支所

JNIH, is investigating subsequent effects, both somatic and genetic, of ionizing radiation from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki upon the survivors and their offspring. One component of the program is a mortality study of a cohort of persons who were in utero at the time of the bombs (ATB).² The existence of this cohort, and certain features of the Japanese registration systems (described below) made it relatively easy to examine the question whether an effect like that reported by Meyer et al in Baltimore was present also among A-bomb survivors.

METHOD AND POPULATION

Ascertainment of Births. The on-going study of mortality among in utero survivors and controls utilizes the Japanese family registration, or koseki system. In brief, under Japanese law, each mayor or village head is required to maintain a koseki for each family whose honseki (a kind of legal residence) is located within his jurisdiction. Every death or birth to a person whose name is inscribed on the koseki must be posted to this registry, with the name deleted or a new name added, as required. Similarly, marriages result in the deletion of the names of the newly married pair from their parents' koseki and establishment of a new koseki for the newly created family. Japanese law requires that copies of certificates of birth or death, or notifications of marriages be sent to the appropriate koseki offices as a basis for posting changes. Completeness of birth registration, in particular, is virtually guaranteed by the requirement of koseki registration for a child to be admitted to school. Similarly, the fact that a cremation or burial permit is issued only after the death has been registered, insures a high level of completeness in the posting of deaths to the koseki. Although ABCC has itself undertaken no direct test of the completeness of birth recording in the koseki, tests have been made of the completeness of mortality recording: Of 1300 deaths, learned of through sources independent of the family registration system, only 9 had not been properly posted to the koseki, so the completeness of death registration is about 99.3%.³ There is no reason to suppose that birth registration is less complete; indeed, there are reasons for supposing that birth registration is even better than death registration, with the exception that there is surely quite incomplete reporting of births that result in neonatal death.

Accordingly, the koseki records for the in utero study group were examined, and note was taken of all marriages and births that had been posted as of March 1970. The information shown in the koseki for each birth extends only to date of birth, sex, and name of the child. We

び長崎の被爆者とその子孫における電離放射線の身体的および遺伝学的影響を調査している。この研究調査の一環として、原爆時に胎内にいた者の死亡率調査²を行なっている。この特定調査対象群が設定されており、また、別記のとおり日本には戸籍制度が存在するので、BaltimoreのMeyerらが報告したような影響が原爆被爆者にもあったかどうかを調べることは、比較的容易であった。

方法および調査集団

出生の確認。現在実施中の胎内被爆者およびその対照者の死亡率調査では、戸籍制度を利用している。略述すれば、日本の法律により、各市町村長は、所轄区域内に本籍を有する各家族の戸籍を保管することになっている。戸籍に記載されている者に出生または死亡があった場合には、その旨が記載され、必要に応じて氏名の抹消または新規の記入が行なわれる。婚姻によって新婚夫婦の姓名は両親の戸籍から除去され、新しい戸籍が創設され、別の独立した世帯が作られる。また、出生証明書や死亡診断書、または婚姻届を戸籍記載の基礎として戸籍課へ提出することも法律で定められている。特に、戸籍は児童の入学条件の一つになっているので、出生届はほとんど完全に行なわれている。同様に、埋火葬許可は死亡届が完了した場合にのみ交付されるので、死亡の事実が戸籍にほとんど完全に記載される。ABCCでは、戸籍における出生記載の完全性について直接の調査は行なっていないが、死亡記載の完全性については調査を行なったことがある。戸籍以外の情報源を通じて判明した死亡1300例のうち、死亡の事実が戸籍に記載されていなかったのはわずか9例にすぎず、死亡登録の完全性は約99.3%であった。³出生登録がそれより完全でないと考えer理由は見あたらない。事実、出生登録はむしろ死亡登録より完全であると考えer理由すらある。ただ、新生児死亡の場合の出生届が非常に不完全であるという例外はある。

したがって、胎内被爆者調査対象群の戸籍を照合して、1970年3月現在で記載されているすべての婚姻および出生を調べた。戸籍に記載されている出生については、子供の生年月日、性別および姓名だけしかわからないので、

are, therefore, not in a position to discuss such variables as birth weight, duration of pregnancy, and the like.

Population. As stated above, the sample employed is the group used for the study of mortality in children who were in utero ATB. The sampling procedures have been described⁴ and will only be summarized here. Briefly, records were obtained for all births registered from 6 August 1945 in Hiroshima, or from 9 August in Nagasaki, through 31 May 1946. The 7720 names thus obtained were supplemented, first, by 1510 additional births in the same period which were on record in the ABCC Master Files. These files are records of persons with whom ABCC has had some contact, whether a visit or a census enumeration, and total, at this time, about 800,000 names in the two cities. This supplement consisted of births that took place outside the city limits. Finally, 1141 more names were obtained from a supplementary survey of A-bomb survivors made at the time of the 1960 Japanese National Census. There were, therefore, 10,371 names available as potential members of the study population. For 446 of these children, either the location of the koseki or details of the mother's exposure history could not be obtained, and they were therefore rejected from the sample. Of the remaining children, all whose mothers had been within 1500 m from the hypocenters ATB (only 452 in total) were selected for study, together with sex-matched comparison groups at greater distances, and a further comparison group of doubled size, whose mothers were not in the cities ATB. The final composition of the sample by distance, sex, and city is shown in Table 1.

本報告において出生時体重、妊娠期間などの変数について検討することはできない。

調査集団. 上述のように、本調査の対象集団は、原爆時胎内にいた者の死亡率調査の対象群と同じである。対象群抽出の要領はすでに記述されているので、⁴ここでは要約するとどめる。広島では1945年8月6日、長崎では同年8月9日から1946年5月31日までの期間に登録されている出生のすべてに関する記録を入手した。この方法で入手した7720例に、まず、同一期間内の出生例でABCC基本名簿に記録されている1510例を補足した。これは、ABCCが訪問または人口調査によって連絡したことのある者の名簿であって、現在広島と長崎を合計すれば約800,000人になる。この追加例は、市区域外で出生したものである。最後に、さらに1141例を1960年の国勢調査時に行なわれた原爆被爆者調査から入手した。したがって、調査対象として用いられたものは合計10,371人になった。これらの胎内被爆者のうち、446人については戸籍の所在地または母親の被爆歴の詳細のいずれかを入手できなかったため、それらは対象群から除外した。残りの胎内被爆者のうち、母親が原爆時爆心地から1500m未満にあった者の全員(総数わずか452人)を調査対象として選び、これにそれ以遠の距離で被爆し、性別構成が一致する比較群、さらに母親が原爆時市内にいなかった者から成る2倍の大きさの群を比較群に加えた。表1には、距離、性および都市別に示した最終的な対象群構成を示す。

TABLE 1 THE IN UTERO MORTALITY SAMPLE

表1 胎内被爆者死亡率調査の対象群

Distance from hypocenter 爆心地からの距離	Male 男			Female 女		
	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Total 計	Hiroshima 広島	Nagasaki 長崎	Total 計
0-1499 m	182	37	219	198	35	233
1500-1999	186	32	218	199	34	233
2000-2999	185	37	222	200	36	236
3000-9999	183	35	218	203	35	238
Not-in-city 市内にいなかった者	382	74	456	411	72	483
Total 合計	1118	215	1333	1211	212	1423

Some of the 2756 children in the final sample have died in the succeeding 25 years, and others have emigrated from Japan and, hence, were dropped from the study because vital events could no longer be traced through the koseki records. As of March 1970, when the koseki check was initiated, 2444 persons remained in the sample. A separate report on mortality in this group is now in

最終的に選んだ対象群2756例のうち、ある者は原爆後25年間に死亡し、ある者は国外へ移住して戸籍によってはもはや異動が追跡できないので調査から除外した。戸籍照合を開始した1970年3月現在では、対象群に残った者は2444人であった。この群の死亡率については、現在別に

preparation. Here we will report on the recorded reproductive performance of the 2444 persons (1272 females and 1172 males) up to 1970. Since it is relatively simple to obtain records of offspring, both males and females were traced. We shall, for brevity, occasionally refer to the directly exposed survivors as the P (parents) group, to the in utero exposed group as the U (in utero), and to the offspring of the U as the UF₁.

Dosimetry. To obtain estimates of the radiation doses received by individual survivors has been a long and weary task. ABCC has had invaluable assistance from collaborators at both the Oak Ridge National Laboratory⁵ and the National Institute of Radiological Sciences of Japan.⁶ After much experimental work and many thousands of field interviews, however, most survivors are now characterized by a so-called T65 dose estimate believed to be accurate for individual survivors to a factor of about $\pm 30\%$.⁷ Separate estimates are made of the dose from gamma radiation and neutrons. These estimates take into account the so-called "air dose" appropriate to the place at which the survivors was exposed, and also the attenuating (or, in some instances enhancing) shielding effects of buildings and other structures and natural objects. For some survivors the complexity of the shielding situation was such as to make impossible an estimate of the resulting attenuation. For such persons, the radiation dose is presently noted as "unknown", although work continues in an attempt to decrease the number of survivors with unknown dose. Most of the persons of unknown dose were located fairly close to the hypocenter, but were in concrete buildings or air raid shelters. Scrutiny of individual histories leads one to the conclusion that some of these persons undoubtedly had rather large doses, and others very small.

At the time the present sample was chosen, the T65 dose estimates were not yet available, and there was no choice but to define the sample in terms simply of distance from the hypocenter. However, as would be expected, with the availability of the T65 system of dosimetry, it became apparent that the radiation dose estimate is far better than distance from the hypocenter as a measure of risk: for leukemogenesis, as well as for other radiation effects among the survivors, relationships to dose are sharper than are relationships to distance. Therefore, primarily, analysis of radiation effects is made in terms of the estimated dose.

The estimated doses used here are whole-body doses to the mother (P). Although work by our collaborators is continuing in an effort to devise methods suitable for

報告書を作成中である。本報告では、2444人(女1272人、男1172人)の1970年までの出産記録について報告する。産児の記録を入手することは比較的簡単であるので、男女ともに調査した。本報告では簡略化するために、直接被爆者をP群(親)、胎内被爆群をU群(胎内)、およびU群の子供をUF₁と呼称することがある。

線量測定. 被爆者が受けた個人放射線量の推定値を入手することは長期にわたる困難な作業であった。ABCCは、Oak Ridge National Laboratory⁵ および日本の放射線医学総合研究所⁶ の二か所における共同研究者から計り知れない援助を受けている。多くの実験的研究とおびただしい件数の野外調査を行なった結果、ほとんどの被爆者について約 $\pm 30\%$ の精度を持つと考えられる、いわゆるT65線量推定値が得られた。⁷ ガンマ線量と中性子線量は別々に推定している。これらの推定値は、被爆者が被爆した場所における、いわゆる「空気線量」ならびに建築物その他の建造物や地形による遮蔽効果に基づく減弱(または若干例においては増強)を考慮に入れたものである。遮蔽状態が複雑で減弱が推定できないような被爆者もあった。このような例の放射線量は現在「不明」として記載しているが、線量不明の被爆者数を減少させる努力は続けられている。線量不明の者のほとんどは爆心地にかなり近い距離で、しかもコンクリート建築や防空壕内で被爆したものである。被爆歴を精査すれば、これらの例のある者はかなり高い線量を、またその他の者はきわめて少ない線量を受けたものであるという結論になる。

本対象群が選定された当時はまだT65線量推定値が入手されておらず、ただ爆心地からの距離によってのみ対象群を決めるほかはなかった。予期されたように、T65線量推定法の入手によって、放射線量推定値は爆心地からの距離よりも危険率の尺度としては、はるかによいことが明らかになった。すなわち、被爆者における白血病発生ならびにその他の放射線影響については、それと線量との関係がそれと距離との関係よりもより明確に観察できる。したがって、放射線影響の解析は主として推定線量別によって行なわれている。

本報で用いた推定線量は母親(P)の全身線量である。共同研究者は、胎児自身の線量推定に適した方法を考察す

estimating doses to the fetuses themselves, these efforts have not yet succeeded. The doses are the sum of the separate estimates for gamma radiation and neutrons (the latter being an important contributor only in Hiroshima).

RESULTS

Only a small minority (13.5%) of the males were recorded as being married by March 1970, and even fewer (7.8%) had children (Table 2). However, 43% of the females were married, and 23% had one or more children. The 91 males who were parents had a total of 109 children, and the 298 females with children had a total of 345. There is a suggestive tendency, in the male U group, for those with dose estimates of 10 rad or more to be less often married, and less often to have children, but no such relationship is apparent for the females.

る作業を続けているが、その努力はまだ成功していない。ここに示した線量は、ガンマ線量および中性子線量の推定値の合計である(後者は広島においてのみ重要線源である)。

結果

男のうち、1970年3月までに結婚していると記載されているのはごく少数(13.5%)であり、子供をもっているのはそれより少ない(7.8%) (表2)。しかし、女では43%が結婚し、23%に1人以上の子供がある。91人の父親に合計109人の子供があり、298人の母親に合計345人の子供があった。U群の男子では、線量推定値が10 rad以上である者には既婚者が少なく、子供も少ないという示唆的傾向があったが、女ではそのような関係は明らかでない。

TABLE 2 MARITAL STATUS AND REPRODUCTIVE HISTORY BY RADIATION DOSE

表2 婚姻状態および妊娠歴：放射線量別

Married 結婚	Children 子供	Total 合計	Not-in-city 市内にいなかった者	T65 Dose 推定放射線量 rad				
				<1	1-9	10-99	100+	Unknown 不明
Male 男								
No 未	No 無	1014	346	285	126	179	57	21
Yes 既	No 無	67	19	28	6	11	2	1
No 未	Yes 有	-	-	-	-	-	-	-
Yes 既	Yes 有	91	27	28	19	14	2	1
Female 女								
No 未	No 無	724	231	225	92	118	43	15
Yes 既	No 無	250	74	89	38	36	10	3
No 未	Yes 有	3	2	-	1	-	-	-
Yes 既	Yes 有	295	86	96	40	51	18	4
Male 男								
Yes 既	Any 有・無の合計	13.5%	11.7%	16.4%	16.6%	12.3%	6.6%	8.7%
Any 未・既の合計	Yes 有	7.8	6.9	8.2	12.6	6.9	3.3	4.3
Female 女								
Yes 既	Any 有・無の合計	42.8	40.7	45.1	45.6	42.4	39.4	31.8
Any 未・既の合計	Yes 有	23.4	22.4	23.4	24.0	24.9	25.4	18.2

The data are shown by radiation dose and estimated gestational age in Table 3, from which the 23 males and 22 females whose doses are unknown have been omitted. The only available information regarding gestational age ATB of the U group is the date of birth. We have grouped them approximately by trimester, as shown in the table.

表3に、放射線量別および推定妊娠期間別にデータを示したが、線量不明の男23例および女22例は除外した。U群の原爆時妊娠期間に関する資料として入手されているのは、生年月日のみである。表では、妊娠期間を前期、中期、後期に分けて示した。

TABLE 3 MARRIAGES AND OFFSPRING OF IN UTERO SAMPLE BY ESTIMATED RADIATION DOSE AND ESTIMATED GESTATIONAL AGE AT EXPOSURE

表3 胎内被爆対象群の婚姻状態および子供: 推定放射線量および被爆時の推定妊娠期間別

Statistics 統計量	Gestational age in weeks* 妊娠期間(週)								
	Not-in-city 市内にいなかった者			<10 rad			10+ rad		
	0-14	15-26	27+	0-14	15-26	27+	0-14	15-26	27+
Male 男									
Total 総数	133	149	110	183	183	126	99	103	63
Married 既婚者	17	14	15	25	34	22	8	13	8
%	12.8	9.4	13.6	13.7	18.6	17.5	8.1	12.6	12.7
With children 子供のある者	10	8	9	13	21	13	4	7	5
%	7.5	5.4	8.2	7.1	11.5	10.3	4.0	6.8	7.9
Children 子供の数									
Male 男	8	7	2	8	15	11	2	8	2
Female 女	5	2	7	8	10	6	3	1	3
Male 男 %	61.5	77.8	22.2	50.0	60.0	64.7	40.0	88.9	40.0
Female 女									
Total 総数	110	140	143	205	207	169	86	100	90
Married 既婚者	44	62	54	94	95	74	27	41	47
%	40.0	44.3	37.8	45.9	45.9	43.8	31.4	41.0	52.2
With children 子供のある者	24	33	31	51	50	36	18	23	28
%	21.8	23.6	21.7	24.9	24.2	21.3	20.9	23.0	31.1
Children 子供の数									
Male 男	14	20	18	28	32	22	14	11	18
Female 女	14	18	17	30	25	19	9	15	15
Male 男 %	50.0	52.6	51.4	48.3	56.1	53.7	60.9	42.3	54.5

*Month of Birth: 0-14 weeks, February 1946-May 1946
 出生年月 15-26 weeks, November 1945-January 1946
 27+ weeks, August 1945-October 1945

On the whole, the data seem remarkably bland, and bespeak no evident relationship between either dose or trimester and the sex-ratio of the UF_1 offspring, or the proportions of the U group who are married or are parents.

DISCUSSION

It is difficult to reconcile our data with those of Meyer et al.¹ The Baltimore group found, that of 55 children born to mothers who were irradiated while in utero at gestational ages of 29 weeks or less, 67% were males. Our figures are, for gestational age at exposure less than 27 weeks, in the 0-9 rad dose group, of 115 births, 60 (52%) were males, and for those with 10 rad or more, 25 out of 49 (51%) were males. Out of a total of 101 offspring of the not-in-city control group, 52 (51.5%) were males.

Our sample sizes are larger than those of the Baltimore group for the early gestational period, so our failure to observe the sex-ratio effect is not, presumably, due to

全体からみて、データには著見はなく、線量または妊娠期間と UF_1 である子供の性比との間に、また前者とU群で結婚している者または子供を持っている者の割合との間に明白な関係は認められない。

考察

この調査で得られたデータと Meyer らの成績¹との一致点を見いだすことはむずかしい。Baltimore の調査では、妊娠29週以内で放射線照射を受けた母親に生まれた子供55例のうち、67%は男であったことを認めた。われわれの数字では、妊娠27週未満で被曝した場合、0-9 rad の線量群では、115 人の子供のうち、60例、すなわち52%、10 rad 以上の群では49例中25例、すなわち51%は男であった。また市内にいなかった対照群の子供では101例のうち52例、すなわち51.5%が男であった。

本調査の対象群の大きさは、妊娠初期群については Baltimore の調査の場合よりも大きいので、性比に影響

any lack of sensitivity of our observations in that regard. As to the doses involved, as the authors say, it is hard to give very precise estimates of the doses to the fetuses in the Baltimore study, but from the data given it was apparently on the order of 1 to 5 rad in most instances. Our two dose groups bracket this range: The great majority of the doses less than 10 rad were actually less than 1 rad (Table 2) and are doses to the mother, not the foetus, while our group with 10 or more rad surely had larger doses than all but a very few of the fetuses in the Baltimore study.

It is conceivable that the Baltimore results are happenstance. In this connection, it should be noted that the probabilities that Meyer et al quote do not agree with the results of a chi-square test, corrected for continuity: The difference 0-29 weeks vs controls yields a chi-square of 6.63, to which corresponds the probability .01, not <.001, as stated; and the difference 0-29 vs 30+ exposed has a chi-square of 7.49, corresponding to $P = .006$, not $P = .0035$ as reported. These probabilities are still quite small, even if not so small as stated. However, it must be remembered that one time in a hundred, hypotheses that are true will nevertheless be rejected at the 1% level, and it may be that Meyer et al are victims of the hundredth case.

It will be of interest to see what the future holds for the Baltimore series, and ABCC also will review the question in the future to determine if additional data point in some new direction.

響を観察できなかったのは、おそらくわれわれの調査対象数が少なすぎることによるものではないと思われる。Baltimore 調査で指摘されたように胎児が受けた照射線量についてきわめて正確に推定することは困難であるが、示されたデータから判断すればたいへいの場合それは1-5 rad の範囲であったと思われる。われわれの二つの線量群はこの範囲にはいる：10 rad 未満の線量の大部分は、実際は1 rad 未満であり(表2)、その線量値は母親が受けたもので、胎児が受けたものではない。10 rad 以上の群では、たしかに10 rad 以上の線量を受けたものが大多数を占めていたが、Baltimore 調査においてはごく少数の胎児を除いては10 rad 以上は受けていなかった。

Baltimore の結果は偶然的なものと考えられる。この点については、Meyer らの報告にある確率は、連続性について訂正した χ^2 検定の結果と一致しないということに注目する必要がある：妊娠0-29週間群と対照群との差からは χ^2 値は6.63で、報告にあるように $P < .001$ ではなく $P < .01$ になる。一方、0-29 rad 線量群と30+線量群との差からは χ^2 値は7.49で、 $P = .0035$ ではなく、 $P = .006$ になる。これらのP値は、たとえ上記のように小さくしないにしても、いぜんとしてきわめて小さい。しかし、それにもかかわらず、正しい仮説も百度に一度は1%の水準で棄却されることは銘記しておく必要があり、Meyer らは第100番目の犠牲者といえるかもしれない。

Baltimore 調査の将来を見ることは興味深い、ABCCでも将来においてこの問題を検討し、その後のデータが新しい方向を示すものかどうかを決定したい。

REFERENCES

参考文献

1. MEYER MB, MERZ T, DIAMOND EL: Investigation of the effects of prenatal X-ray exposure of human oogonia and oocytes as measured by later reproductive performance. *Amer J Epidemiol* 89:619-35, 1969
(ヒトの造卵器および卵母細胞に及ぼす胎児期におけるX線照射の影響を成人後の生殖能から見た調査)
2. UEDA S: Study of mortality of children exposed in utero. Research plan. ABCC TR 21-60
(胎内被爆児の死亡率調査, 研究計画書)
3. 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 I), 1950-58. *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)
4. KATO H, KEEHN RJ: Mortality in live born children who were in utero at time of the atomic bombs. *Hiroshima Igaku - J Hiroshima Med Ass* 23:475-90, 1970; ABCC TR 13-66
(胎内被爆生産児の死亡率)

5. AUXIER JA, CHEKA JS, et al: Free-field radiation-dose distributions from the Hiroshima and Nagasaki bombings. Health Phys 12:425-9, 1966
(広島・長崎の原爆投下による無遮蔽放射線量分布)
6. HASHIZUME T, MARUYAMA T, et al: Estimation of the air dose from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Health Phys 13: 149-61, 1967
(広島・長崎の原爆空気線量推計)
7. MILTON RC, SHOHOJI T: Tentative 1965 radiation dose estimation for atomic bomb survivors. ABCC TR 1-68
(原爆被爆生存者の1965年暫定線量(T65D)の推定)