

## HUMAN RADIATION INJURY

THE CORRELATION OF LEUKOCYTE DEPRESSION WITH MORTALITY  
A RE-EVALUATION OF THE EARLY EFFECTS  
OF THE ATOMIC BOMBS ON THE JAPANESE

### 人体における放射線障害

白血球数減少と死亡率の相関関係  
日本人における原子爆弾被爆早期影響の再検討

GEORGE J. JACOBS, Ph.D.

FRANCIS X. LYNCH

EUGENE P. CRONKITE, M.D.

VICTOR P. BOND, M.D. Ph.D.



## THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES

### A B C C 業績報告集

The ABCC Technical Reports provide a focal reference for the work of the Atomic Bomb Casualty Commission. They provide the authorized bilingual statements required to meet the needs of both Japanese and American components of the staff, consultants, advisory councils, and affiliated governmental and private organizations. The reports are designed to facilitate discussion of work in progress preparatory to publication, to record the results of studies of limited interest unsuitable for publication, to furnish data of general reference value, and to register the finished work of the Commission. As they are not for bibliographic reference, copies of Technical Reports are numbered and distribution is limited to the staff of the Commission and to allied scientific groups.

この業績報告書は、ABCCの今後の活動に対して重点的の参考資料を提供しようとするものであって、ABCC職員・顧問・協議会・政府及び民間の関係諸団体等の要求に応ずるための記録である。これは、実施中で未発表の研究の検討に役立たせ、学問的に興味が限定せられていて発表に適しない研究の成果を収録し、或は広く参考になるような資料を提供し、又 ABCCに於て完成せられた業績を記録するために計画されたものである。論文は文献としての引用を目的とするものではないから、この業績報告書各冊には一連番号を付して ABCC 職員及び関係方面にのみ配布する。

## HUMAN RADIATION INJURY

THE CORRELATION OF LEUKOCYTE DEPRESSION WITH MORTALITY  
A RE-EVALUATION OF THE EARLY EFFECTS  
OF THE ATOMIC BOMBS ON THE JAPANESE

## 人体における放射線障害

白血球数減少と死亡率の相関関係

日本人における原子爆弾被爆早期影響の再検討

GEORGE J. JACOBS, Ph.D.<sup>1</sup>FRANCIS X. LYNCH<sup>2</sup>EUGENE P. CRONKITE, M.D.<sup>3</sup>VICTOR P. BOND, M.D., Ph.D.<sup>3</sup><sup>1</sup>A.B.C.C., Hiroshima, Japan; present address National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C.<sup>2</sup>A-Bomb Unit, Armed Forces Institute of Pathology, Washington, D.C.<sup>3</sup>Medical Research Center, Brookhaven National Laboratory, New York.

1. 元広島 ABCC 職員、現在 Washington D.C. 米航空宇宙局に在勤。

2. Washington D.C. 米軍病理研究所原爆班所属。

3. New York 市 Brookhaven 国立研究所医学研究センター所属。

ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
Hiroshima - Nagasaki, JapanA Research Agency of the  
U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
under a grant fromU.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION  
administered in cooperation with the

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH of the MINISTRY OF HEALTH &amp; WELFARE

原爆傷害調査委員会

広島-長崎

厚生省国立予防衛生研究所

と共同運営される

米国学士院一学術会議の在日調査研究機関

(米国原子力委員会研究費に依る)

TABLE OF CONTENTS  
目 次

	<i>Page</i>
List of Tables 挿入表一覧表	1
List of Figures 挿入図一覧表	iii
Introduction 序	1
Methods 方法	1
Results 成績	3
Discussion 考按	6
Summary and Conclusions 総括並びに結論	8
References 参考文献	22

## List of Tables

### 挿入表一覧表

	<i>Page</i>
1. Number of leukocyte determinations of people in Hiroshima and Nagasaki irrespective of whether radiation or combined injuries occurred. 広島並びに長崎の放射線障害者及び合併障害者における白血球数算定件数	9
2. Mean, median and confidence limits of the median of leukocyte level of exposed people surviving for 9 weeks (Hiroshima and Nagasaki). 9週間内の被爆生存者における白血球数平均値、中央値及び中央値の信頼限界(広島及び長崎)	9
3. Percent mortality (within 9 weeks) of people whose leukocyte counts fall into various intervals during weeks 1 and 2 (Hiroshima and Nagasaki). 被爆第1週及び第2週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率(広島及び長崎)	10
4. Percent mortality (within 9 weeks) of people whose leukocyte counts fall into various intervals during week 3. 被爆後第3週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率	10
5. Percent mortality (within 9 weeks) of people whose leukocyte counts fall into various intervals during week 4. 被爆後第4週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率	11
6. Percent mortality (within 9 weeks) of people whose leukocyte counts fall into various intervals during week 5. 被爆後第5週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率	11
7. Percent mortality (within 9 weeks) of people whose leukocyte counts fall into various intervals during week 6. 被爆後第6週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率	11
8. Leukocyte level of exposed individuals who died within 9 weeks (Hiroshima and Nagasaki). 9週間内に死亡した被爆者の白血球数(広島及び長崎)	12
9. 9 weeks mortality as related to the lowest WBC in the first 5 weeks after exposure to the atomic bomb. 9週間内死亡率と被爆後最初の5週間における最低白血球数との関係	12

	Page
10. Trend of leukocytic response as a function of degree of depression during week 3 (Hiroshima and Nagasaki survivors).	13
第3週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向 (広島及び長崎の生存者)	
11. Trend of leukocytic response as a function of degree of depression during week 4 (Hiroshima and Nagasaki survivors).	13
第4週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向 (広島及び長崎の生存者)	
12. Trend of leukocytic response as a function of degree of depression during week 5 (Hiroshima and Nagasaki survivors).	14
第5週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向 (広島及び長崎の生存者)	
13. Trend of leukocytic response as a function of degree of depression during week 6 (Nagasaki survivors).	14
第6週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向 (長崎の生存者)	
14. Percent of leukocyte counts below $3100/\text{mm}^3$ (5% low of control group) versus various distance intervals (Hiroshima and Nagasaki survivors).	15
白血球数 $3100/\text{mm}^3$ 以下(対照群の低位5%該当)の件数百分率と距離区間の関係 (広島及び長崎の生存者)	
15. Percent of leukocyte counts below $3100/\text{mm}^3$ (5% low of control group) versus various distance intervals (Hiroshima and Nagasaki non-survivors).	16
白血球数 $3100/\text{mm}^3$ 以下(対照群の低位5%該当)の件数百分率と距離区間の関係 (広島及び長崎の死亡者)	

## List of Figures

### 挿入図一覧表

	<i>Page</i>
1. Mortality (died within 9 weeks) related to WBC level Hiroshima 死亡率(9週間内死亡者)と白血球数の関係 広島	17
2. Mortality (died within 9 weeks) related to WBC level Nagasaki 死亡率(9週間内死亡者)と白血球数の関係 長崎	17
3. Mortality (died within 9 weeks) related to WBC level Hiroshima and Nagasaki. 死亡率(9週間内死亡者)と白血球数の関係 広島及び長崎	18
4. Mortality (died within 9 weeks) related to lowest WBC in first five weeks. 死亡率(9週間内死亡者)と最初の5週間における最低白血球数との関係 広島及び長崎	18
5. Subsequent WBC response in relation to WBC level at week 3 (Hiroshima and Nagasaki survivors). 第3週における白血球数とその後の白血球反応(広島及び長崎の生存者)	19
6. Subsequent WBC response in relation to WBC level at week 4 (Hiroshima and Nagasaki survivors). 第4週における白血球数とその後の白血球反応(広島及び長崎の生存者)	19
7. Subsequent WBC response in relation to WBC level at week 5 (Hiroshima and Nagasaki survivors). 第5週における白血球数とその後の白血球反応(広島及び長崎の生存者)	20
8. Subsequent WBC response in relation to WBC level at week 5 (Hiroshima and Nagasaki survivors). 第5週における白血球数とその後の白血球反応(広島及び長崎の生存者)	20
9. Subsequent WBC response in relation to WBC level at week 6 (Nagasaki survivors). 第6週における白血球数とその後の白血球反応(長崎の生存者)	21

## INTRODUCTION

序

The method of collection and the subsequent analysis of the hematological data accumulated by the Joint Commission for the Investigation of the Early Effects of the Atomic Bomb in Japan, have been described.<sup>1-3</sup> These publications present an excellent analysis of the data. In the present investigations, an additional analysis of the hematological data was made to investigate a possible relationship between leukopenia and the mortality rate within the first nine weeks following the bombings.

It has been frequently observed in laboratory animals exposed to ionizing radiation<sup>4-9</sup> that the extent of the fall in the white blood count reflects the dose of radiation received. Smith et al<sup>5</sup> have demonstrated that in mice survival can be related to the depression of the granulocyte count at various times following radiation. Cronkite and Brecher<sup>7</sup> and Cronkite, Bond and Dunham<sup>10</sup> inferred that the hematological response could be used as a biologic dosimeter for exposed human beings. This report is concerned with the study of the response of the white blood cells to ionizing radiation resulting from the atomic bomb detonation in Japan.

日本における原子爆弾被爆早期影響合同調査団の蒐集による血液学的資料の蒐集方法及びその解析の結果については既に報告が行なわれ<sup>1-3</sup> 優れた解析が示されている。今回の調査ではこの血液学的資料について更に追加的解析を行ない、被爆後最初の9週間における白血球減少と死亡率との関係を検討した。

白血球数の減少度が照射線量を反映すること、<sup>4-9</sup> は、電離放射線の照射を受けた実験動物において既に屢々観察されたところである。<sup>4-9</sup> Smith等<sup>5</sup> は、ねずみについてそれが生残り得るか否かは照射後の各時期における顆粒球減少の程度に関係することを証明した。Cronkite及びBrecher<sup>7</sup> 並びにCronkite, Bond及びDunham<sup>10</sup>はこの血液学的反応が放射線の照射を受けた人体についての生物学的線量測定基準の役割を果し得ると考えた。この報告は、日本における原子爆弾投下に当って放出された電離放射線に対し白血球数が如何なる反応を示したかを検討したものである。

## METHODS

方法

The data presented here were collected by the Joint Commission for the Investigation of the "Early" Effects of the Atomic Bomb in Japan. The IBM cards and medical charts which are repositied at the Armed Forces Institute of Pathology, Washington, D. C. and the IBM cards at the Atomic Bomb Casualty Commission, Hiroshima, Japan, were used for

ここに提出する資料は日本における原子爆弾被爆 "早期" 影響合同調査団の蒐集によるものである。研究にあたっては Washington D.C. 米軍病理研究所保管の IBM カード及び診療録、並びに広島 A B C C 保管の IBM カードを使用した。調査



the present study. This investigation includes data from Hiroshima and Nagasaki, and is limited to the first nine weeks following the bombings. The nine week period was chosen because the incidence of "acute" deaths from radiation decreased after that time. The leukocyte counts used in this study were made initially by the Japanese. An American medical team arrived in the seventh week and worked thereafter with the Japanese.<sup>1-3</sup> In Hiroshima 3116 leukocyte counts and in Nagasaki 2303 counts for a total of 5419 counts were performed. These counts were made on individuals who had been within 3000 meters of the hypocenter. Included in this are 287 counts made on 201 patients in Hiroshima and 73 counts on 59 patients in Nagasaki, all of whom died during the first nine weeks. It is possible that death was not recorded in some medical charts. In this case the data would be included with that of the survivors. The victims in Nagasaki had more medical attention than those in Hiroshima insofar as simple first aid is concerned. However, even in Nagasaki effective medical therapy was grossly inadequate. It is felt that the treatment received in both cities had no effect on blood cell level or on alleviation of radiation symptoms.

Some casualties had single leukocyte counts and others serial counts. When more than one count was performed during a single week, the average was used. Although all casualties were not studied, it is felt that an indication of the relationship of the leukocyte counts to mortality in the first nine weeks following exposure to ionizing radiation can be gained.

A control population was constructed from the leukocyte counts performed on people who were in Hiroshima on August 6, 1945 but who were further than 2550 meters from the hypocenter and who showed no signs of either radiation or other injury. The control leukocyte values are: mean: 7,050/mm<sup>3</sup>; median: 6,300/mm<sup>3</sup>; and range: 2,100-17,800/mm<sup>3</sup>.

は広島・長崎両市の資料について被爆後最初の9週間に限定した。9週間としたのは、被爆による"急性"死の発生率が9週間後には減少しているからである。この研究に用いた白血球数の算定は最初日本側によって行なわれたが、第7週目には米国側医学班が到着し、その後は共同で行なわれた<sup>1-3</sup>。広島では3116件、長崎では2303件、合計5419件の白血球数算定が行なわれた。この算定は爆心地から3000米以内の被爆者について行なわれたものである。尚、このうちには全例被爆後9週以内に死亡した広島における201名(白血球数算定287回)長崎における59名(白血球数算定73回)が含まれている。診療録の中には死亡の記録されていないこともあり、この場合資料は生存者の資料に混っていることとなる。長崎に於ける被爆者は簡単な応急手当に関する限り広島の被爆者にまさる医療手当を受けてはいるが、その長崎においてすらも効果的な医療はなされていない。両市において実施された医療は、血球数についてもまた放射線症候の緩和についても何等効果を挙げる事が出来なかったように思われる。

白血球数の算定は、個々の例について1回または数回に亘って行なわれている。1週間内に1回以上算定が行なわれた場合はその平均値をとった。この研究には全被害者が含まれてはいないとしても、これによって電離放射線被爆後の最初の9週間における白血球数と死亡率の関係の一端をうかがうことが出来るであろう。

対照としては、昭和20年8月6日広島に居たが爆心地から2550米以上の距離にあり、放射線その他による障害を示さなかった者について算定された白血球数を選んだ。対照群における白血球数は次の通りである。

平均値	7050 / mm <sup>3</sup>
中央値	6300 / mm <sup>3</sup>
変動範囲	2100—17800 / mm <sup>3</sup>

## RESULTS

### 成績

Table 1 lists the total number of leukocyte counts performed in Hiroshima and Nagasaki for the first nine weeks for survivors and non-survivors. The total number of leukocyte counts is greater than the number of people since in some cases more than one count was performed on an individual during the nine week period. The survivors may include a few individuals whose death was not recorded in the medical record. Most of the counts on survivors were done during the fifth and sixth post-irradiation weeks. The majority of counts on people who did not survive the nine week period were done in the third, fourth and fifth post-irradiation weeks.

Table 2 shows the mean, median and confidence limits of the median leukocyte levels of those people who survived for at least nine weeks in Hiroshima and Nagasaki. The greatest mean and median depression of leukocytes occurred in the fourth week in both cities.

Tables 3 to 7 show the number of leukocyte counts per week which fall into various leukocyte intervals, for weeks 1 to 6 compiled according to the presentable data. These tabular data and Figures 1 to 3 show the percent mortality within nine weeks of those people represented by these counts. For example, in the third week in Hiroshima, 24 people had counts falling into the 1,000-1,999 WBC class interval; of people with these counts, 62.5% died in the nine week period. Median leukocyte counts (both cities combined) are also given for each class interval. Both Hiroshima and Nagasaki data are given separately and also combined according to the available data. The quantitative difference between Hiroshima and Nagasaki (Figures 1 and 2) are evident. Table 8 shows a compilation of data from Hiroshima and Nagasaki of the median leukocyte count and median survival time of those who died within the nine week

第1表は、最初の9週間内における生存者及び死亡者についての広島・長崎両市における白血球数算定総件数を示す。この期間中、同一人について数回算定を実施したものもあるから、白血球数算定総件数は検査人員数より多い。生存者中には診療録にその死亡の事実がまだ記載されていない数名が含まれていると思われる。生存者についての白血球数算定は、多くは被爆後第5と第6週第5週及び第6週中において行なわれているが、9週間内死亡者についての算定は、大部分被爆第3、第4及び第5週中に行なわれている。

第2表は、広島及び長崎の両市において少なくとも被爆後9週間生存した者について測定した白血球数平均値、中央値及び中央値の信頼限界を示す。白血球数平均値及び中央値は両市ともに第4週で最も低位を示した。

第3表乃至第7表は、使用した資料に基づいて纏めた第1週から第6週までの1週間毎の各白血球数区間該当の白血球数算定件数を示す。これらの表並びに第1乃至第3図は、算定の主体を成す人々の9週間内死亡百分率を示す。たとえば、第3週において広島では1000—1999迄の白血球数区間に24名が該当し、そのうち62.5%が9週間内に死亡している。白血球数中央値（両市を綜合したもの）も各白血球数区間毎に示した。広島・長崎両市における資料はその入手状況に従って、あるいは個別的にあるいは綜合的に示した。広島と長崎の間の量的の差（第1図及び第2図）は明らかである。第8表は、この9週間の調査期間における死亡者の白血球数中央値及び生存期間の中央値を、広島・長崎両市の資料によって纏めたもので

test period. Data for each week are given as well as the number of leukocyte counts performed on those who died within the nine weeks.

The above data suggest that the white blood count prognosticates the probability of survival after irradiation. The greater the leukopenia during the first five and six weeks after exposure, the higher the probability of death, as would be expected. The relationship of nine-week mortality to the leukocyte level was not constant from week to week. Figure 1 suggests that the best correlation was possible in the third week. However, the characteristics of the curves for the third, fourth and fifth weeks may be distorted by inaccuracies in the data recorded and by imbalance of the number of cases in each category.

To consolidate these data, the nine-week mortality was correlated with the lowest white blood count obtained for each patient in the first five weeks after the bombs. The results are shown in Table 9 and Figure 4. It can be seen that, except for the 2001-2500 white cell interval in the Hiroshima data, the higher the leukocytes, the better the prognosis. It is emphasized that the patients were not examined regularly; many had only one leukocyte determination.

Tables 10 to 13 and Figures 5 to 9 show the trend of leukocytic response as a function of the leukocytic depression for a particular week from the third to the sixth. Data for both cities have been compiled jointly. Only those cases in which serial counts were available were used. In some cases, insufficient data precluded tabular and graphic presentation.

There are not enough data on non-survivors to tabulate time trends. In general, the curves of these non-survivors, when plotted, show no upward trend. This is especially true for those counts falling in the lowest class interval. In the case of survivors, the curves show probable

あり、各週における資料を9週間内死亡者についての白血球数算定件数とあわせ示した。

以上の資料は白血球数により被爆後の生存の可能性が予知出来ることを示唆する。被爆後の最初の5週から6週に至る間に白血球数の減少が激しければ激しいほど、死亡の可能性は予想通りに大きい。9週間内の死亡率と白血球数の関係は各週一定していない。第1図は、相関関係が最もよく現われたのは第3週であったことを示す。しかしながら、記録された資料が不正確であったり、各分類における例数が不均衡であったりなどして、第3、第4及び第5週の曲線の特徴は歪められている可能性がある。

これらの資料を纏めると、この9週間における死亡率と被爆後最初の5週間に各患者について調べられた白血球数の最低値との相関関係を検討した結果、第9表及び第4図に示す通りとなった。広島資料における2001—2500白血球数区間を除き、白血球数が多ければ多いほど予後は良好であったことがうかがわれる。多くの患者は僅か1回の白血球数測定を受けているだけで定期的な検診を受けていないことが問題となる。

第10乃至13表及び第5乃至9図は、第3週から第6週までの特定の週における白血球数減少と白血球数の反応傾向との関係を示したものである。両市の資料は一括し、経過を追って白血球数の算定を行なった例だけを用いた。資料不足のため表及び図の作成に当って除外した例もある。

死亡者については資料不足のため時間的傾向を表を作成することが出来なかった。一般にこれら死亡者の曲線は図表に表わしても上昇傾向を示さない。特に最低の区間に属する白血球数においてそうであったが、生存者の場合には曲線は4乃

leukopoietic recovery after four to five weeks. The steep recovery slopes of the curves in these cases may reflect the effect of infection or other injuries. Among the non-survivors, the data for the lower leukocyte intervals show no tendency towards recovery after the fifth week. For the higher class intervals of non-survivors, there is an increase in leukocytes before death. The cause of the pre-mortal increase is not clear.

Tables 14 and 15 show the relationship between the number of cases with counts lower than the low 5 percent of the leukocyte counts of the control population and various distance intervals from the hypocenter and at various times after exposure. The dividing line for the low 5 percent fell at  $3100 \text{ WBC/mm}^3$ . Both Hiroshima and Nagasaki data were combined. These tabular presentations include survivors and non-survivors compiled jointly and separately, for weeks two to nine according to the available data. The data, if plotted, would show a type of curve which may be accounted for in a number of ways. Most of the deaths in the two cities occurred nearer the hypocenter (most likely because of mechanical and not irradiation-type injuries), hence fewer laboratory studies were conducted on people closer than 800 to 1000 meters. These data, therefore, undoubtedly represent the distribution of counts determined as well as the distribution of people available for laboratory studies after the bombing. Further, the bias in these data includes unknown shielding effects, which cannot as yet be determined. McDonald<sup>11</sup> has shown that in distance-shielding studies, similar phenomena are found. Thus, due to the shielding effects in plotted graphs, the points between 0 and 800 meters may represent less exposure than expected due to shielding. These factors lend much bias to the presentation; hence more information on shielding and on dosimetry is necessary before a more fruitful analysis can be made of these data.

至5週後に白血球生成能の恢復を思わせる様相を示した。これらの例のうち曲線が急傾斜の恢復を示すものは感染またはその他の障害の影響を反映するものかと思われる。死亡者では、低位白血球数区間のものは5週以後も恢復傾向を示さない。死亡者で高位白血球数区間に属する者は死亡前に白血球数の増加を示しているが、白血球数のこの死亡前増加の理由は不明である。

第14表及び15表は、対照群における白血球数の低い方から5%にあたる迄よりも更に低い白血球数を示す例について、件数と爆心地からの各距離区間との関係を時期別に示したものである。対照群の白血球数の低い方5%の境界線は白血球数  $3100/\text{mm}^3$  である。資料は広島・長崎両市のものをあわせ用いた。これらの表は、用いた資料に従って2週から9週までの生存者と死亡者があるいは一緒に、あるいは別個に纏めたものである。資料をもし曲線で現わすなら、色々な説明を可能とする曲線型を示すであろう。両市における死亡例の大部分は爆心地近くで発生したものであり（このことは多分に機械的障害の結果として生じたもののように放射線障害のためではないようである）、臨床検査の実施数は爆心地に距離が800乃至1000米より更に近づくと従って漸次減少している。一方これらの資料は被爆後検査を受けた人々の分布状態を示すと共に、測定した白血球数の分布状態をも明らかにしている。更にこれらの資料にはいまなお量定出来ない未知の遮蔽効果にもとづく偏りが含まれている。McDonald<sup>11</sup>はその距離及び遮蔽の研究において、同様の現象が認められることを示した。このように図表が示すような遮蔽効果により、0から800米までの地点では放射線の実際の照射量は予想される照射量よりも遮蔽のため少なくなっていることが考えられる。これらの因子は表に大きな偏りを生ずるものである。従ってこれらの資料について一層厳密な解析を行なうためには遮蔽及び線量について更に多くの事が明らかにされなければならない。

## DISCUSSION

考按

Under the condition of the above study of the Hiroshima and Nagasaki casualties, it has been shown that of those whose leukocyte levels are known to have fallen to  $500/\text{mm}^3$  or below, 72 percent died within nine weeks of the explosion. With lesser degrees of neutropenia, the mortality rate is correspondingly less. The relationship between the degree of neutropenia and mortality varied with the time of the blood count. In the Hiroshima data, a correlation was obtained over a wider range of blood counts if the blood values for the third week were used, rather than fourth or fifth week data. This did not hold in the Nagasaki data. Further, the quantitative relationship between blood count and mortality rate was markedly different in the Hiroshima and Nagasaki data, and for a given degree of neutropenia, fewer individuals died in Nagasaki than in Hiroshima. This difference appears to be real, and most marked in the severely neutropenic. The reason is not known. However, it is known that the fast neutron contribution to the total dose in Hiroshima was considerably greater than that for Nagasaki, and the relative neutron contribution increases with decreasing distance from the hypocenter. It is possible that with neutrons, additional damage might be incurred that may not be reflected in the bone marrow and thus in the blood counts. It is well known that mice die between the third and sixth day with severe gastrointestinal symptoms presumably due to a relatively greater injury of the mucosa than the marrow.<sup>12-14</sup> However, larger animals such as the dog do not behave similarly.<sup>15</sup>

Circumstances did not allow more than token therapy to the exposed Japanese. After the first week the commonest causes of death were infection and hemorrhage. On clinical grounds, one would think that the

以上の広島及び長崎における障害調査では、白血球数が  $500/\text{mm}^3$  あるいはそれ以下になった被爆者のうち、72%までは被爆後9週間内に死亡していることが明らかになった。好中球減少が軽度である場合は死亡率もそれに応じて低い。好中球減少と死亡率の関係は血球数算定実施の時期によって異なり、広島資料では、第4週及び第5週における数値を用いた場合よりも第3週の数値を用いた場合に、広い算定範囲に亘って相関が認められ、長崎資料ではそれがなかった。更に広島と長崎では血球数と死亡率の数量的関係に著明な相違が認められ、一定の好中球減少の場合を比べると長崎では広島より死亡者が少ない。この相違は実際に存在するものようで、強度の好中球減少において最も著明であるが、その理由は明らかでない。しかしながら、総線量中の速中性子の割合は広島では長崎よりもかなり大きかったことが分かって居り、これら中性子の相対量は爆心地への距離が小さくなるにつれて増大する。この場合骨髓に反映せられず、従ってまた血球数にも反映されない新たな障害が中性子によって起されていないかと云うことも考えられる。ねずみは骨髓におけるよりもむしろ大きいと思われる粘膜障害のために重篤な胃腸症状を示して、第3日から第6日までの間に死に到ることは周知の事実である。<sup>12-14</sup> しかし、これは犬のような大きい動物では見られていない。<sup>15</sup>

当時の状況下では被爆した日本人は僅かに申訳的な治療を受け得たに過ぎない。第1週が過ぎた頃、最も普通に見られた死亡の原因は感染と出血であった。臨床的見地からは抗生物質、新鮮全

combined use of antibiotics, fresh whole blood infusions and platelet transfusions, when needed, would increase the survival rate. It was shown by Miller et al<sup>16</sup> that antibiotics would increase the survival rate in mice. The Rochester group<sup>17</sup> obtained no marked benefit from antibiotic and transfusion therapy initially. In later studies<sup>18</sup> successive use of antibiotics reduced a 50% mortality to 10% but after an LD80 dose, no benefit was obtained. Since then, however, Sorensen et al<sup>19</sup> and Perman et al<sup>20</sup> have consistently reduced mortality from a near 100% fatal dose to about 10% mortality in dogs by the combined use of high dosage of successive antibiotics and fresh whole blood transfusions supplemented by platelet-rich plasma when red cells were not needed.

It has often been stated that the lymphocyte count is the most sensitive hematologic index of exposure to radiation. While this may be true, the depression of lymphocytes becomes nearly maximal after sublethal doses of radiation, and therefore of almost no prognostic value in the lethal range proper. However, the granulocyte count correlates more closely with survival in mice<sup>5</sup> and dogs.<sup>7</sup> Since it has been established in man that the total white count after the first 48 hours reflects changes in the granulocyte levels,<sup>10</sup> the total white count is a simple and effective means of estimating the biologic injury. The work reported here, with all the deficiencies in data, indicates that WBC has considerable prognostic value.

In the event of radiation casualties, it would appear that a study of the leukocyte counts would be of considerable aid in selecting those individuals in whom the available supplies of antibiotics and fresh blood would be of the most benefit. It appears that the chance of

血の輸血、並びに必要なならば血小板輸血を併用することによって生存率を高めることが考えられる。Miller等<sup>16</sup>は抗生物質がねずみの生存率を高めることを示した。Rochester 研究班<sup>17</sup>は、最初抗生物質及び輸血による療法で何も特別の効果を挙げ得なかったが、その後の研究<sup>18</sup>では抗生物質を連続的に使用して死亡率を50%から10%に下げることが出来た。しかし80%致死量照射後は何等の効果も挙げる事が出来なかった。一方その後、Sorensen等<sup>19</sup>並びにPerman等<sup>20</sup>は、犬の実験において大量の抗生物質連続投与と全血輸血を併用し、更に赤血球を必要としない場合は血小板を多量に含む血漿を補充して、殆んど100%の致死量における死亡率を常にほぼ10%まで引下げることに成功した。

リンパ球数は放射線照射を受けた場合の最も敏感な血液学的指標をなすと云うことが屢々云われて来た。かりにこれは事実であるとしても、リンパ球の減少は致死量以下の放射線照射後に殆んどその極限に達するものであって、そのため実際の致死量については殆んど診断的価値を持たない。しかし、顆粒球数はねずみ<sup>5</sup>及び犬<sup>7</sup>において生存と一層密接な関係を示し、人間においては最初の48時間経過後の総白血球数が顆粒球数の増減を反映するから、総白血球数を知ることは簡単で効果的な生物学的障害測定方法と云える。ここに報告する研究は、資料は不十分でも白血球数がかなりの診断的価値を有することを示している。

放射線障害発生の場合白血球数を調べることは、確保し得た抗生物質並びに鮮血を最も有効に使用出来る者を選び出す上に大いに役立つであろう。第3週及び第4週において白血球数が1000以下に下っている者の場合、放置しておいてもな

spontaneous survival is very remote in individuals in whom the leukocyte count is below 1000 in the third and fourth weeks. It is probably unwise to select leukocyte levels at which one would deny therapy on the basis of these data. However, with cell counting devices, mass leukocyte counts could be performed and would be very useful.

お生存し得るといふものは極めて少ないと思われる。今回の資料を基礎にして、治療の適否を決める白血球数の限界を設定することは好ましくない。白血球数算定装置を利用すれば、集団的白血球数の算定は実施可能であつて、また極めて有意義であると考えらる。

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

### 総括並びに結論

1. The Joint Commission and the Japanese data of 1945 have been re-evaluated to see if the leukocyte count at various time intervals reliably prognosticates death survival.

2. There is a good correlation between death and depression of the leukocyte count taken during the third to fifth week after exposure.

3. The correlation is perhaps best for counts taken during the third week.

4. Leukocyte counts less than 3000 are not as hazardous in the fourth and fifth week as in the third week.

5. It is believed that the leukocyte count is the best single indicator of severe radiation injury, and that electronic methods of counting leukocytes should be made available to assist in casualty sorting and direction of therapy.

1、昭和20年に蒐集された合同調査団及び日本側資料を再検討して、各時期における白血球数により死亡と生存が正確に予知出来るかどうかを検討した。

2、被爆後第3週から第5週までの白血球数減少と死亡の間には相当の相関性が認められた。

3、第3週における白血球数には最も強く相関関係が認められるように思われる。

4、第4週および第5週において白血球数が3000以下であるものは、第3週において同じ数を示すものよりも危険が少ない。

5、白血球数は強度の放射線障害についてはその障害度を示す最もすぐれた単独標識であつて、障害の分類と治療指針を容易にするために白血球の電子計算器による計算を可能とするような方法が講ぜられなければならないと考える。

TABLE 1  
NUMBER OF LEUKOCYTE DETERMINATIONS OF PEOPLE IN HIROSHIMA AND NAGASAKI  
IRRESPECTIVE OF WHETHER RADIATION OR  
COMBINED INJURIES OCCURRED

第1表 広島並びに長崎の放射線障害者及び合併障害者における白血球数算定件数

WEEK 週	NUMBER OF DETERMINATIONS ON SURVIVORS AND NON-SURVIVORS 生存者及び死亡者の白血球数算定件数				
	SURVIVED FOR 9 WEEKS 9週間内生存者		DIED WITHIN 9 WEEKS 9週間内死亡者		TOTAL 計
	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	
1	50	12	26	1	89
2	44	13	30	1	88
3	77	115	52	15	259
4	181	290	89	26	586
5	553	516	59	11	1139
6	1085	386	12	11	1494
7	418	224	11	2	655
8	231	270	7	3	511
9	190	404	1	3	598
TOTAL 計	2829	2230	287	73	5419

TABLE 2  
MEAN MEDIAN AND CONFIDENCE LIMITS OF THE MEDIAN OF LEUKOCYTE LEVEL OF EXPOSED  
PEOPLE SURVIVING FOR 9 WEEKS (HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第2表 9週間内の被爆生存者における白血球数平均値、中央値及び中央値の信頼限界  
(広島及び長崎)

WEEK 週	MEAN WBC $\times 10^{-2}$ 白血球数平均値 $\times 10^{-2}$		MEDIAN WBC $\times 10^{-2}$ 白血球数中央値 $\times 10^{-2}$		CONFIDENCE LIMITS OF MEDIAN (95% OR BETTER) 中央値の信頼限界(95%以上) HIROSHIMA 広島		CONFIDENCE LIMITS OF MEDIAN (95% OR BETTER) 中央値の信頼限界(95%以上) NAGASAKI 長崎	
	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	HIROSHIMA 広島	NAGASAKI 長崎	LOWER LIMIT 下限	UPPER LIMIT 上限	LOWER LIMIT 下限	UPPER LIMIT 上限
	1	45.0	41.0	43.0	44.0	28.0	55.0	19.0
2	63.0	48.0	61.0	43.0	48.0	80.0	32.0	56.0
3	60.0	40.0	56.0	33.0	20.0	103.0	17.0	54.0
4	40.0	37.0	34.0	32.0	17.0	55.0	17.0	52.0
5	44.0	47.0	42.0	43.0	33.0	51.0	32.0	52.0
6	54.0	49.0	53.0	45.0	33.0	74.0	32.0	55.0
7	53.0	54.0	50.0	52.0	42.0	57.0	40.0	62.0
8	56.0	67.0	54.0	63.0	44.0	66.0	46.0	75.0
9	67.0	74.0	66.0	69.0	50.0	81.0	59.0	81.0



TABLE 3  
 PERCENT MORTALITY (WITHIN 9 WEEKS) OF PEOPLE WHOSE LEUKOCYTE COUNTS  
 FALL INTO VARIOUS INTERVALS DURING WEEKS 1 AND 2  
 (HIROSHIMA AND NAGASAKI\*)

第3表 被爆第1週及び第2週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率  
 (広島及び長崎\*)

BLOOD COUNTS DURING WEEK 1 第1週における白血球数算定件数				
WBC INTERVAL 白血球数区間	TOTAL NUMBER 総数	NUMBER DEAD 死亡数	% MORTALITY 死亡百分率	MEDIAN WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値×10 <sup>-2</sup>
0 - 1299	34	18	52.9	4
1300 - 2699	9	5	55.6	20
2700 - 3499	5	1	20.0	34
3500 - 5699	19	2	10.5	44
5700 AND OVER 以上	22	1	4.5	74

BLOOD COUNTS DURING WEEK 2 第2週における白血球数算定件数				
WBC INTERVAL 白血球数区間	TOTAL NUMBER 総数	NUMBER DEAD 死亡数	% MORTALITY 死亡百分率	MEDIAN WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値×10 <sup>-2</sup>
0 - 1299	29	21	72.4	4
1300 - 2699	10	6	60.0	23
2700 - 3499	4	1	25.0	33
3500 - 5699	18	2	11.1	50
5700 AND OVER 以上	27	1	3.7	96

\*ABOUT 15% OF THESE WERE FROM NAGASAKI

\*長崎に於けるものは全体の約15%

TABLE 4  
 PERCENT MORTALITY (WITHIN 9 WEEKS) OF PEOPLE WHOSE LEUKOCYTE COUNTS  
 FALL INTO VARIOUS INTERVALS DURING WEEK 3

第4表 被爆後第3週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率

WBC INTERVAL 白血球 数区間	HIROSHIMA 広島				NAGASAKI 長崎				COMBINED 両市合計			
	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡 百分率	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡 百分率	% MORTALITY 死亡百分率			MEDIAN WBC 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>
	ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		TOTAL 総数	DEAD 死亡数	%	
0 - 999	0	21	21	100%	15	8	23	34.8	44	29	65.9	7.5
1000 - 1999	9	15	24	62.5	21	3	24	12.5	48	18	37.5	14.0
2000 - 2999	4	5	9	55.5	17	0	17	0	26	5	19.2	24.0
3000 - 3999	12	4	16	25.0	11	1	12	8.3	28	5	17.9	34.5
4000 - 4999	8	4	12	33.3	19	3	22	13.6	34	7	20.6	43.5
5000 & OVER 以上	37	3	40	8.0	32	0	32	0	72	3	0.4	67.0

TABLE 5  
PERCENT MORTALITY (WITHIN 9 WEEKS) OF PEOPLE WHOSE LEUKOCYTE COUNTS  
FALL INTO VARIOUS INTERVALS DURING WEEK 4

第5表 被爆後第4週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率

WBC INTERVAL 白血球数区間	HIROSHIMA 広島				NAGASAKI 長崎				COMBINED 両市合計			MEDIAN WBC $\times 10^{-2}$ 白血球数 中央値 $\times 10^{-2}$
	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	% MORTALITY 死亡百分率			
	ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		TOTAL 総数	DEAD 死亡数	%	
0 - 999	17	53	70	75.7	54	20	74	27.0	144	73	50.7	5.0
1000 - 1999	37	23	60	38.3	42	6	48	12.5	108	29	26.9	12.5
2000 - 2999	25	11	36	30.6	40	0	40	0	76	11	14.5	24.0
3000 - 3999	21	1	22	0.5	26	0	26	0	48	1	0.2	32.5
4000 & OVER 以上	75	1	76	0.1	128	0	128	0	203	1	0.5	58.0

TABLE 6  
PERCENT MORTALITY (WITHIN 9 WEEKS) OF PEOPLE WHOSE LEUKOCYTE COUNTS  
FALL INTO VARIOUS INTERVALS DURING WEEK 5

第6表 被爆後第5週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率

WBC INTERVAL 白血球数区間	HIROSHIMA 広島				NAGASAKI 長崎				COMBINED 両市合計			MEDIAN WBC $\times 10^{-2}$ 白血球数 中央値 $\times 10^{-2}$
	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	% MORTALITY 死亡百分率			
	ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		TOTAL 総数	DEAD 死亡数	%	
0 - 999	17	40	57	70.2	34	4	38	10.5	95	44	46.3	6.0
1000 - 1999	68	8	76	11.8	64	5	69	7.2	145	13	9.0	14.0
2000 - 2999	79	6	85	7.1	79	2	81	2.5	166	8	4.8	24.0
3000 - 3999	91	0	91	0	61	0	61	0	152	0	0	34.0
4000 & OVER 以上	291	3	294	1.0	278	0	278	0	572	1	0.2	58.0

TABLE 7  
PERCENT MORTALITY (WITHIN 9 WEEKS) OF PEOPLE WHOSE LEUKOCYTE COUNTS  
FALL INTO VARIOUS INTERVALS DURING WEEK 6

第7表 被爆後第6週における各白血球数区間該当者の9週間内死亡百分率

WBC INTERVAL 白血球数区間	HIROSHIMA 広島				NAGASAKI 長崎				COMBINED 両市合計			MEDIAN WBC 白血球数 中央値 $\times 10^{-2}$
	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	TOTAL NUMBER OF PEOPLE 総人員			% MORTALITY 死亡百分率	% MORTALITY 死亡百分率			
	ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		ALIVE 生存	DEAD 死亡	TOTAL 計		TOTAL 総数	DEAD 死亡数	%	
0 - 999	4	1	5	20.0	7	4	11	36.4	16	5	31.3	3.0
1000 - 1999	56	3	59	5.1	43	3	46	6.5	105	6	5.7	15.5
2000 - 2999	97	3	100	3.0	67	3	70	4.3	170	6	0.4	24.0
3000 - 3999	133	0	133	0	43	0	43	0	176	0	0	34.0
4000 & OVER 以上	779	5	784	0.6	226	1	227	0.4	1011	6	0.6	60.0

TABLE 8  
LEUKOCYTE LEVEL OF EXPOSED INDIVIDUALS WHO DIED  
WITHIN 9 WEEKS (HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第8表 9週間に死亡した被爆者の白血球数  
(広島及び長崎)

WEEK 週	MEDIAN WBC 白血球数中央値	MEDIAN SURVIVAL TIME (WEEKS) 生存期間の中央値(週)	NUMBER OF COUNTS 白血球数算定件数
1	600	2.0	27
2	600	2.0	31
3	1000	4.0	67
4	800	4.0	115
5	700	5.0	70
6	2200	6.0	23
7	4600	8.0	13
8	5200	8.0	10
9	7500	9.0	4

TABLE 9  
9 WEEK MORTALITY AS RELATED TO THE LOWEST WBC IN THE FIRST  
5 WEEKS AFTER EXPOSURE TO THE ATOMIC BOMB

第9表 9週間に死亡率と被爆後最初の5週間に於ける最低白血球数との関係

LOWEST WBC WITHIN 35 DAYS 35日間に おける 最低白血球数	HIROSHIMA 広島			NAGASAKI 長崎			BOTH CITIES COMBINED 両市合計		
	NUMBER IN RANGE 各区分 該当者数	DIED WITHIN 9 WKS. OF EXPOSURE 被爆後9週間内の死亡者		NUMBER IN RANGE 各区分 該当者数	DIED WITHIN 9 WKS. OF EXPOSURE 被爆後9週間内の死亡者		NUMBER IN RANGE 各区分 該当者数	DIED WITHIN 9 WKS. OF EXPOSURE 被爆後9週間内の死亡者	
		NUMBER 件数	%		NUMBER 件数	%		NUMBER 件数	%
0- 500	106	80	75.5	36	22	61.1	142	102	72
501- 1000	87	43	49.4	60	12	20.0	147	55	37
1001- 1500	73	24	32.9	45	5	11.1	118	29	24
1501- 2000	51	10	19.6	38	3	7.9	89	13	15
2001- 2500	52	13	25.0	47	2	4.3	99	15	15
2501- 3000	42	1	2.4	42	0	0	84	1	1
3001 <sup>8</sup> OVER 以上	464	18	3.9	444	7	1.6	908	25	3
TOTAL 計	875	189	-	712	51	-	1587	240	-

TABLE 10  
TREND OF LEUKOCYTIC RESPONSE AS A FUNCTION OF DEGREE OF DEPRESSION DURING WEEK 3  
(SURVIVORS - HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第10表 第3週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向  
(広島及び長崎の生存者)

WBC INTERVAL 白血球数区間										
WEEK 週	0 - 1199		1200 - 1999		2000 - 2999		3000 - 5999		6000 & OVER 以上	
	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>
1	-	-	-	-	-	-	6	64.5	10	64.0
2	-	-	-	-	-	-	5	59.0	9	83.0
3	9	9.0	13	16.0	10	25.5	32	48.0	39	80.0
4	5	10.0	5	58.0	-	-	13	48.0	25	57.0
5	4	21.0	11	31.0	6	20.5	16	43.0	16	59.5
6	-	-	-	-	-	-	11	45.0	8	64.0
7	4	66.5	6	49.0	7	36.0	11	44.0	7	49.0
8	5	73.0	5	76.0	5	66.0	9	56.0	6	82.0
9	5	47.0	-	-	5	85.0	6	49.5	5	55.0

TABLE 11  
TREND OF LEUKOCYTIC RESPONSE AS A FUNCTION OF DEGREE OF DEPRESSION DURING WEEK 4  
(SURVIVORS - HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第11表 第4週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向  
(広島及び長崎の生存者)

WBC INTERVAL 白血球数区間												
WEEK 週	0-599		600-999		1000-1599		1600-2699		2700-3999		4000 AND OVER 以上	
	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数 中央値 ×10 <sup>-2</sup>
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	83.0
3	-	-	-	-	4	17.0	-	-	7	64.0	33	63.0
4	9	4.0	24	7.0	38	12.0	40	21.0	40	33.0	76	58.0
5	7	11.0	18	17.5	32	25.0	25	24.0	25	28.0	46	51.5
6	6	21.0	17	33.0	23	50.0	25	42.0	20	36.0	27	55.0
7	6	48.5	15	44.0	27	54.0	24	44.0	20	40.0	15	64.0
8	5	53.0	13	51.0	17	67.0	19	69.0	19	52.0	24	72.0
9	4	62.0	7	50.0	17	65.0	12	59.0	12	58.5	15	60.0

TABLE 12

TREND OF LEUKOCYTIC RESPONSE AS A FUNCTION OF DEGREE OF DEPRESSION DURING WEEK 5  
(SURVIVORS - HIROSHIMA AND NAGASAKI)第12表 第5週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向  
(広島及び長崎の生存者)

WEEK 週	WBC INTERVAL 白血球数区間							
	0 - 999		1000 - 1299		1300 - 1499		1500 - 1899	
	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	9	8.0	15	12.0	-	-	14	15.0
5	33	7.0	36	11.0	11	14.0	23	17.0
6	29	17.0	23	24.0	10	22.5	17	36.0
7	22	27.0	24	38.5	6	29.0	21	51.0
8	19	48.0	18	48.5	5	42.0	14	65.0
9	15	57.0	14	49.5	4	58.5	6	76.5

TABLE 13

TREND OF LEUKOCYTIC RESPONSE AS A FUNCTION OF DEGREE OF DEPRESSION DURING WEEK 6  
(SURVIVORS - NAGASAKI)第13表 第6週における白血球数減少度と其の後の白血球反応の傾向  
(長崎の生存者)

WEEK 週	WBC INTERVAL 白血球数区間							
	0 - 1999		2000 - 2999		3000 - 4099		4100 - 9999	
	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>	NO. OF COUNTS 件数	MEDIAN COUNT WBC X 10 <sup>-2</sup> 白血球数中央値 ×10 <sup>-2</sup>
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	13.5	6	19.0	9	7.0	26	35.5
5	17	9.0	12	16.5	19	26.0	43	44.0
6	24	14.5	24	24.0	23	35.0	74	53.0
7	11	26.0	9	43.0	15	40.0	29	66.0
8	11	36.0	11	52.0	10	66.5	26	72.0
9	11	44.0	11	72.0	7	64.0	22	65.5

TABLE 14  
 PERCENT OF LEUKOCYTE COUNTS BELOW 3100/MM<sup>3</sup>  
 (5% LOW OF CONTROL GROUP)  
 VERSUS VARIOUS DISTANCE INTERVALS  
 (SURVIVORS - HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第14表 白血球数3100/mm<sup>3</sup>以下(対照群の低位5%該当)の件数の距離別百分比  
 (広島及び長崎の生存者)

DISTANCE (METERS) 距離(米)	PERCENT OF LEUKOCYTE COUNTS BELOW 3100/MM <sup>3</sup> 白血球数3100/mm <sup>3</sup> 以下の例数百分率								
	WEEK 週								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0- 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101- 200	-	-	6.3	-	.6	-	-	-	-
201- 300	66.7	66.7	-	2.9	1.2	.7	-	-	-
301- 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
401- 500	-	-	-	1.4	3.0	1.3	-	-	-
501- 600	-	-	-	4.3	1.8	2.0	3.3	-	-
601- 700	-	-	6.3	7.1	3.7	2.0	-	-	-
701- 800	-	33.3	12.5	1.4	7.9	4.6	8.3	8.3	-
801- 900	-	-	-	8.6	8.5	7.2	6.7	8.3	27.3
901- 1000	-	-	18.8	24.3	22.6	17.0	20.0	20.8	9.1
1001- 1100	-	-	18.8	21.4	14.6	16.3	13.3	16.7	18.2
1101- 1200	16.7	-	6.3	12.9	12.8	12.4	20.0	12.5	18.2
1201- 1300	-	-	-	2.9	6.1	6.5	3.3	8.3	-
1301- 1400	-	-	-	2.9	2.4	2.6	3.3	4.2	18.2
1401- 1500	-	-	-	4.3	3.0	4.6	1.7	-	-
1501- 1600	-	-	12.5	4.3	2.4	5.9	6.7	4.2	9.1
1601- 1700	-	-	-	-	1.2	2.6	1.7	-	-
1701- 1800	-	-	18.8	-	3.0	3.3	6.7	8.3	-
1801- 1900	-	-	-	-	.6	-	1.7	-	-
1901- 2000	-	-	-	1.4	1.8	3.3	1.7	8.3	-
2001- 2100	-	-	-	-	.6	1.3	-	-	-
2101- 2200	-	-	-	-	.6	-	1.7	-	-
2201- 2300	16.7	-	-	-	.6	2.0	-	-	-
2301- 2400	-	-	-	-	.6	2.0	-	-	-
2401- 2500	-	-	-	-	-	2.6	-	-	-
TOTAL NUMBER OF COUNTS 総例数	6	3	16	70	164	153	60	24	11

TABLE 15  
 PERCENT OF LEUKOCYTE COUNTS BELOW 3100/MM<sup>3</sup>  
 (5% LOW OF CONTROL GROUP)  
 VERSUS VARIOUS DISTANCE INTERVALS  
 (NON-SURVIVORS - HIROSHIMA AND NAGASAKI)

第15表 白血球数3100/mm<sup>3</sup> 以下(対照群の低位5%該当)の件数の距離別百分比  
 (広島及び長崎の死亡者)

DISTANCE (METERS) 距離(米)	PERCENT OF LEUKOCYTE COUNTS BELOW 3100/MM <sup>3</sup> 白血球数3100/mm <sup>3</sup> 以下の例数百分率								
	WEEK 週								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0- 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101- 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201- 300	94.1	65.0	3.4	-	-	-	-	-	-
301- 400	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-
401- 500	-	5.0	10.3	3.1	5.0	-	-	-	-
501- 600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
601- 700	-	5.0	3.4	7.8	5.0	44.4	33.3	-	-
701- 800	5.9	15.0	44.8	9.4	12.5	-	-	-	-
801- 900	-	-	-	4.7	5.0	-	-	-	-
901-1000	-	5.0	17.2	46.9	47.5	33.3	66.7	66.7	-
1001-1100	-	-	13.8	15.6	15.0	11.1	33.3	-	-
1101-1200	-	-	3.4	6.3	5.0	-	-	-	-
1201-1300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1301-1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1401-1500	-	-	-	3.1	2.5	-	-	-	-
1501-1600	-	-	-	1.6	-	-	-	33.3	-
1601-1700	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-
1701-1800	-	-	-	-	2.5	-	-	-	-
1801-1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1901-2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001-2100	-	-	-	-	-	11.1	-	-	-
2101-2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2201-2300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2301-2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2401-2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL NUMBER OF COUNTS 総例数	17	20	25	64	40	9	3	3	-

FIGURE 1 MORTALITY (DIED WITHIN 9 WEEKS) RELATED TO WBC LEVEL  
HIROSHIMA

第1図 死亡率(9週間内死亡者)と白血球数の関係 広島

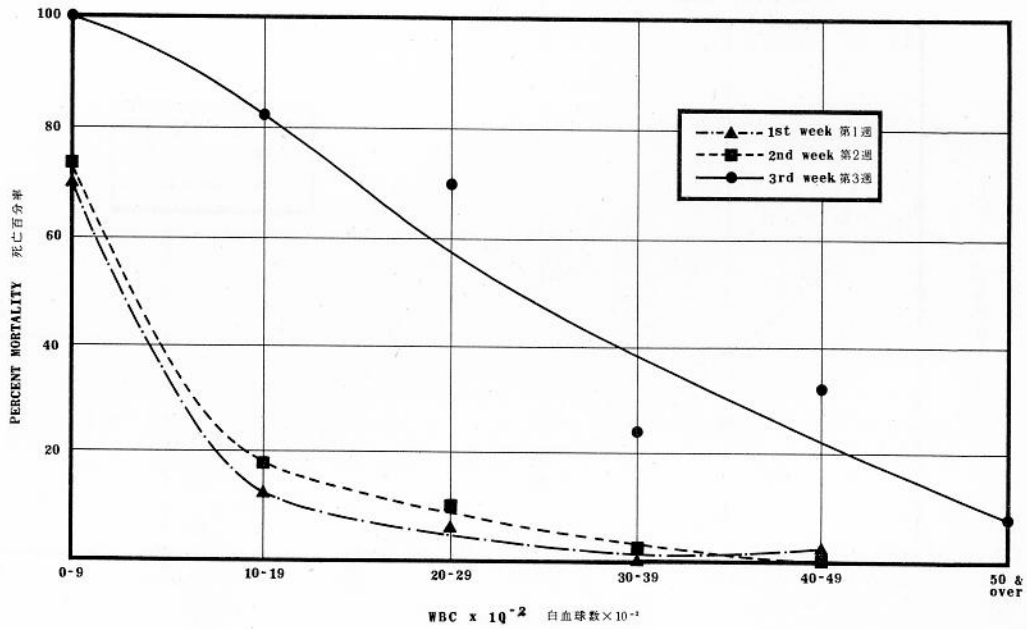
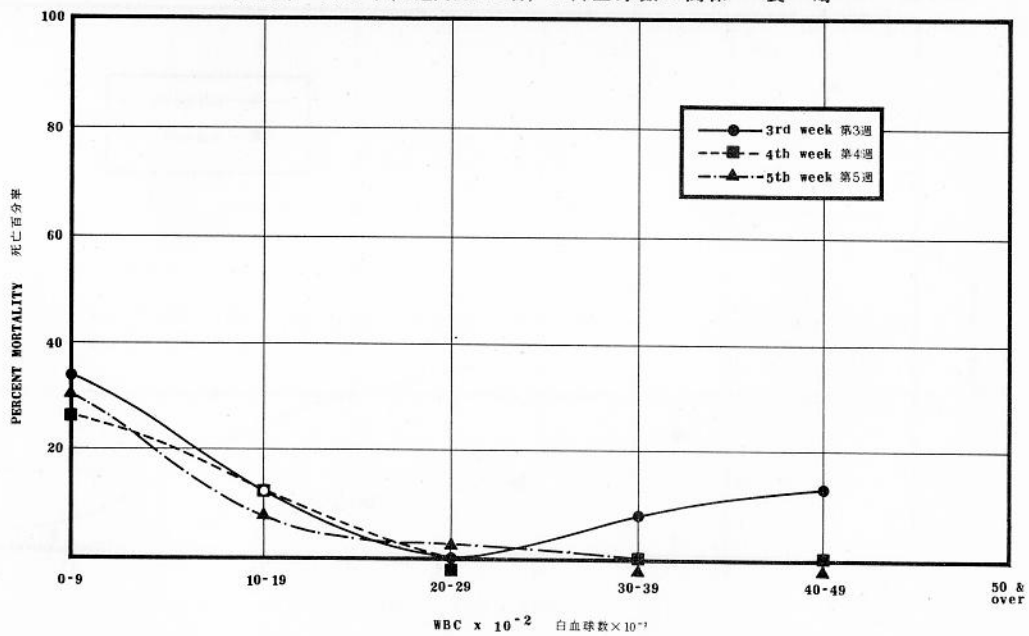


FIGURE 2 MORTALITY (DIED WITHIN 9 WEEKS) RELATED TO WBC LEVEL  
NAGASAKI

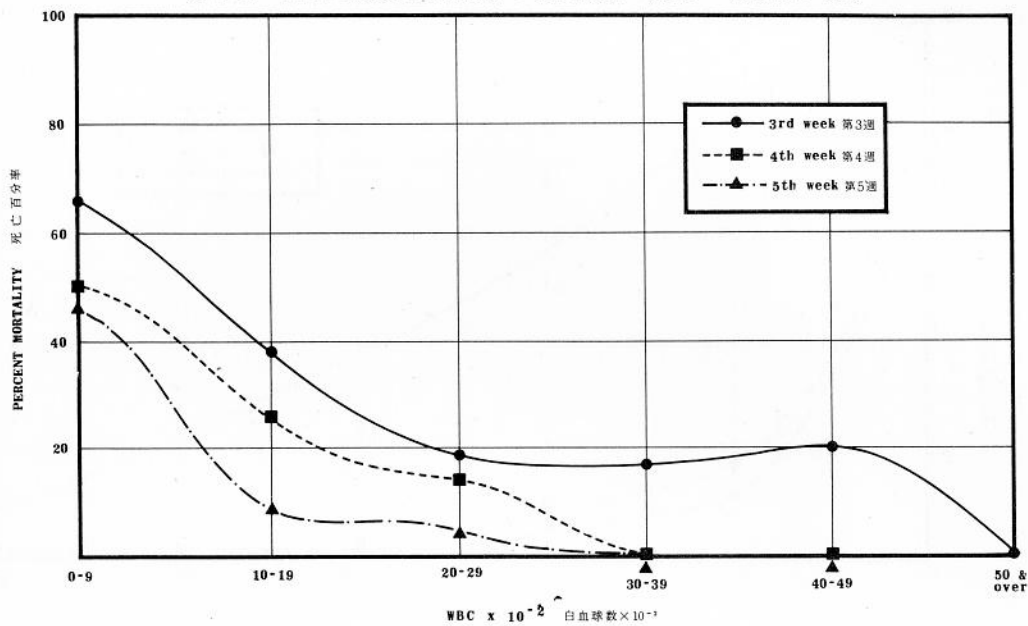
第2図 死亡率(9週間内死亡者)と白血球数の関係 長崎





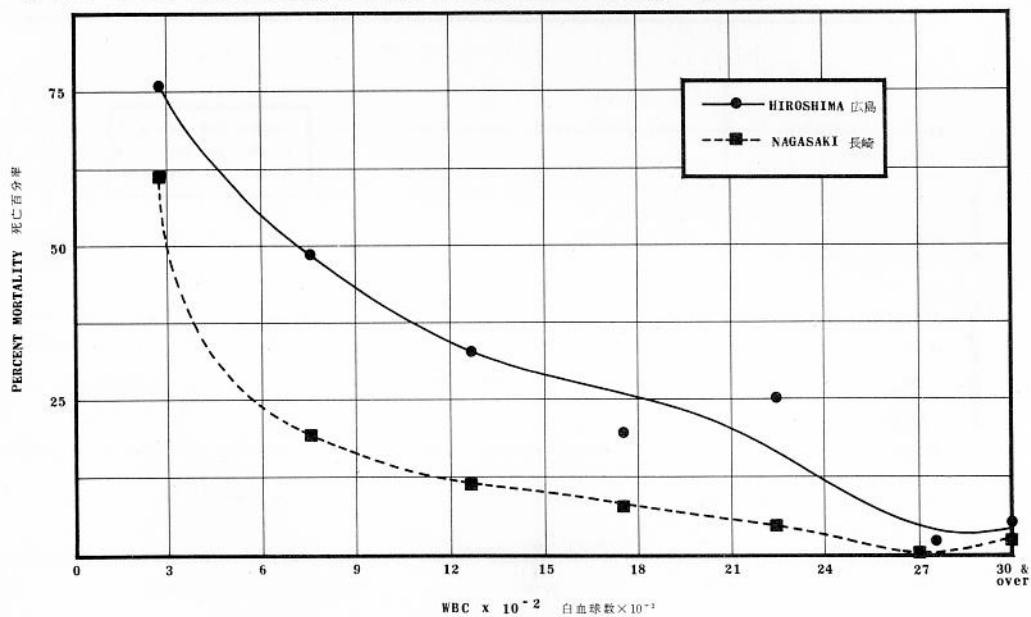
**FIGURE 3 MORTALITY (DIED WITHIN 9 WEEKS) RELATED TO WBC LEVEL HIROSHIMA AND NAGASAKI**

第3図 死亡率(9週内死亡者)と白血球数の関係 広島及び長崎



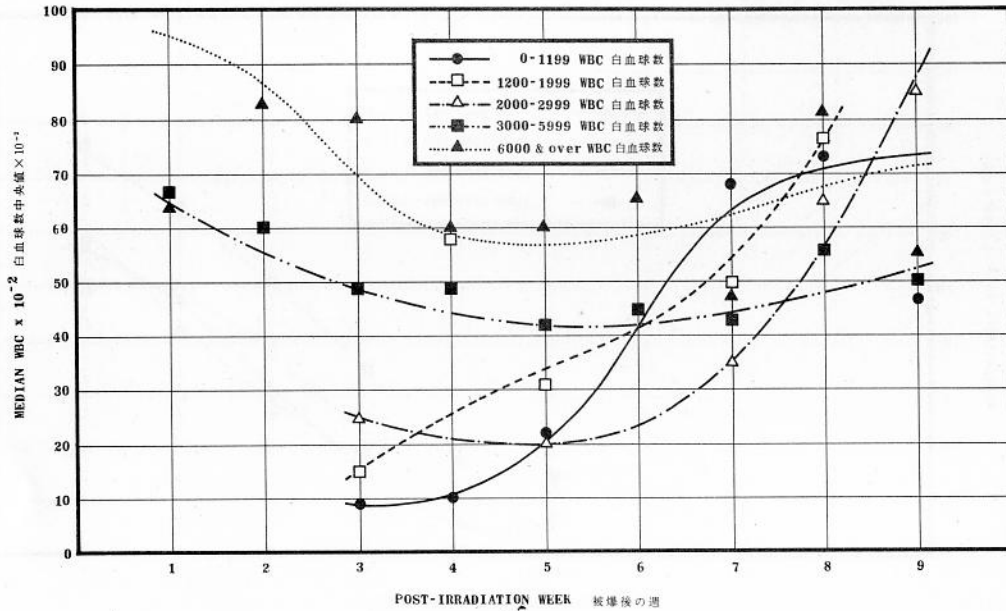
**FIGURE 4 MORTALITY (DIED WITHIN 9 WEEKS) RELATED TO LOWEST WBC IN FIRST FIVE WEEKS**

第4図 死亡率(9週内死亡者)と最初の5週間における最低白血球数との関係



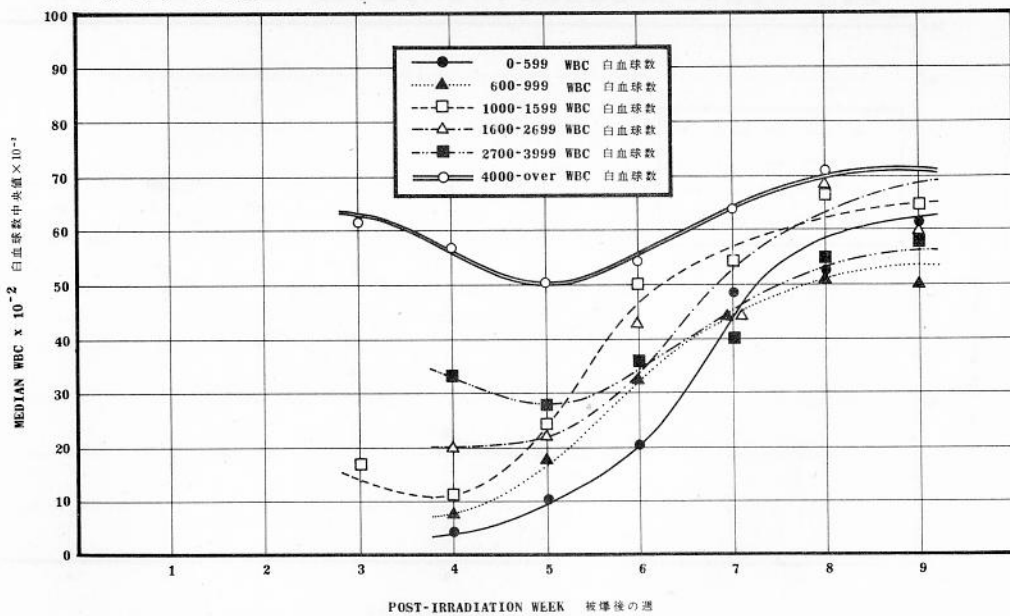
**FIGURE 5 SUBSEQUENT WBC RESPONSE IN RELATION TO WBC LEVEL AT WEEK 3  
(HIROSHIMA AND NAGASAKI SURVIVORS)**

第5図 第3週における白血球数とその後の白血球反応 (広島及び長崎の生存者)



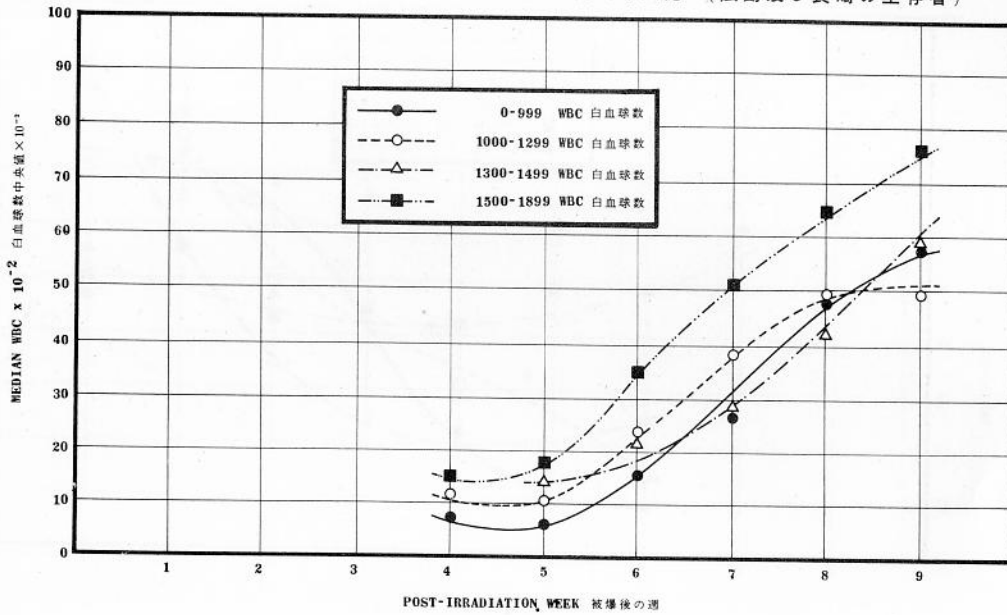
**FIGURE 6 SUBSEQUENT WBC RESPONSE IN RELATION TO WBC LEVEL AT WEEK 4  
(HIROSHIMA AND NAGASAKI SURVIVORS)**

第6図 第4週における白血球数とその後の白血球反応 (広島及び長崎の生存者)



**FIGURE 7 SUBSEQUENT WBC RESPONSE IN RELATION TO WBC LEVEL AT WEEK 5  
(HIROSHIMA AND NAGASAKI SURVIVORS)**

第7図 第5週における白血球数とその後の白血球反応 (広島及び長崎の生存者)



**FIGURE 8 SUBSEQUENT WBC RESPONSE IN RELATION TO WBC LEVEL AT WEEK 5  
(HIROSHIMA AND NAGASAKI SURVIVORS)**

第8図 第5週における白血球数とその後の白血球反応 (広島及び長崎の生存者)

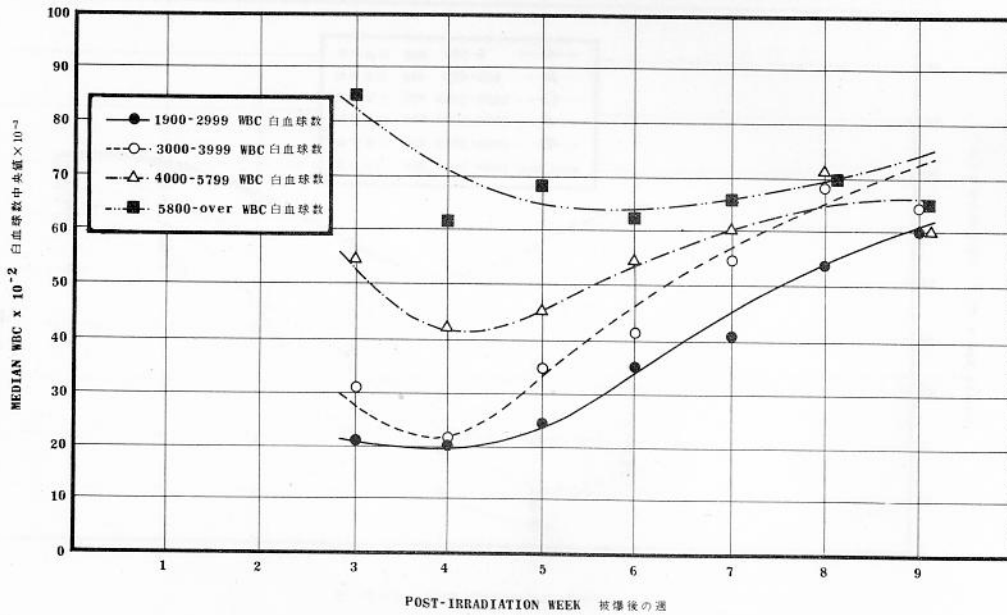
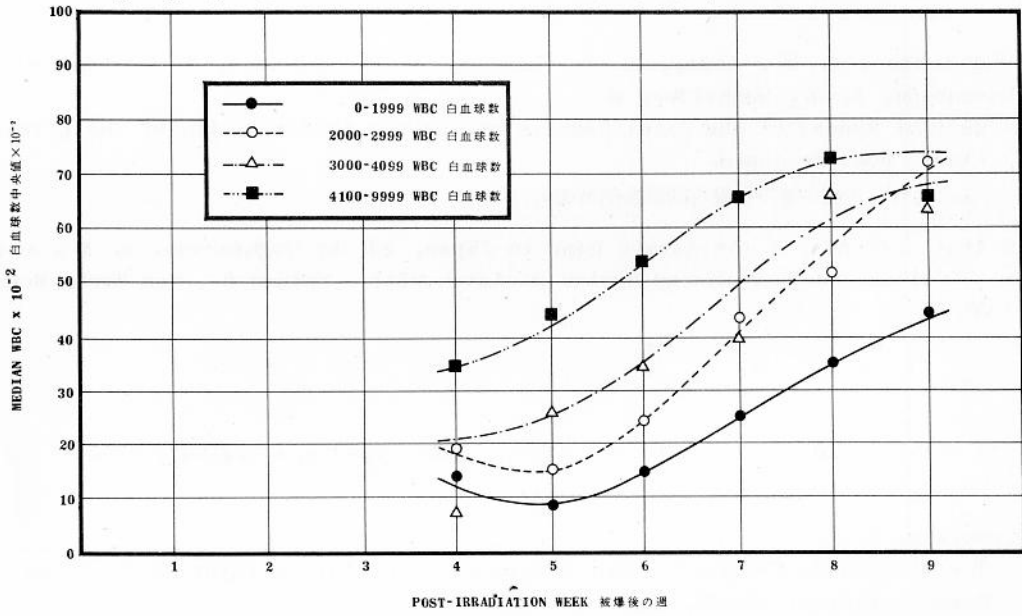


FIGURE 9 SUBSEQUENT WBC RESPONSE IN RELATION TO WBC LEVEL AT WEEK 6  
(NAGASAKI SURVIVORS)

第9図 第6週における白血球数とその後の白血球反応 (広島及び長崎の生存者)



## REFERENCES

### 参考文献

1. Oughterson, A. W., LeRoy, G. V., Liebow, A. A., Hammond, E. C., Barnett, H. L., Rosenbaum, J. D., Schneider, B. A.  
 Medical Report of the Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan.  
 (日本における原子爆弾影響合同調査団の報告)
2. Medical Effects of the Atomic Bomb in Japan, ed. by Oughterson, A. W., and Warren, A. National Nuclear Energy Series Division VIII - Volume 8. New York, McGraw Hill, 1956.  
 (日本における原子爆弾の医学的影響)  
 (米国核エネルギー集)
3. LeRoy, G. V.  
 Hematology of Atomic Bomb Casualties. *Arch. Int. Med.* 86:691, 1950.  
 (原子爆弾被爆者の血液所見)
4. Cronkite, E. P.  
 The Diagnosis, Prognosis, and Treatment of Radiation Injuries Produced by Atomic Bombs. *Radiol.* 56:661, 1951  
 (原子爆弾による放射線障害の診断、予後、及び治療)
5. Smith, W. W., Marston, R. Q., Ruth, H. J., Cornfield, J.  
 Granulocyte Count, Resistance to Experimental Infection and Spleen Homogenate Treatment in Irradiated Mice. *Am. J. Physiol.* 178:288, 1954.  
 (放射線照射を受けたはつかねずみにおける顆粒細胞数、感染実験に対する抵抗、及び脾臓均等質による療法)
6. Cronkite, E. P., Brecher, G.  
 Radioactivity, Effects of Whole Body Irradiation. *Ann. Rev. Med.* 3:193, 1952.  
 (放射能一全身照射の影響)
7. Cronkite, E. P., Brecher, G.  
 The Protective Effect of Granulocytes in Radiation. *Annals N. Y. Acad. Sci.* 59:815, 1955.  
 (放射線に対する顆粒細胞の保護的效果)
8. Jacobson, L. O., Marks, E. K., Lorenz, E.  
 The Hematological Effects of Ionizing Radiation. *Radiol.* 52:371, 1949.  
 (電離放射線の血液学的影響)
9. Lawrence, J. S., Dowdy, A. H., Valentine, W. N.  
 Effects of Radiation on Hemopoiesis. *Radiol.* 51:400, 1948.  
 (放射線の造血機能に対する影響)
10. Some Effects of Ionizing Radiation on Human Beings, ed. by Cronkite, E. P., Bond, V. P., Dunham, C. L. USAEC 1956. TID - 5358.  
 (電離放射線の人体に及ぼす影響)
11. McDonald, D. I., Ltr. dtd. 13 Jan. 1954, "To Record", Genetics Office, ABCC, Hiroshima, Japan.  
 (広島ABCC 遺伝学部記録のための書簡)

12. Bond, V. P., Silverman, M. S., Cronkite, E. P.  
Pathogenesis and Pathology of Post-Irradiation Infection. *Rad. Res.* 1:389, 1954.  
(放射線照射後の感染の病因及び病理)
13. Carter, R. E., Bond, V. P., Seymour, P. H.  
The Relative Biological Effectiveness of Fast Neutrons in Mice. U.S.N.R.D. L. AEC Project, USNRDL-TR-20, 1954.  
(はつかねずみにおける速中性子の生物学的効果)
14. Brennan, J. T., Harris, P. S., Carter, R. E., Langham, W. H.  
The Biological Effectiveness of Thermal Neutrons on Mice-I. *Nucleonics* 12:48, Feb., 1954.  
(はつかねずみに対する熱中性子の生物学的効果, 第一部)
15. Bond, V. P., Carter, R. E., Robertson, J. S., Seymour, P. H., Hechter, H. H.  
The Effects of Total-Body Fast Neutron Irradiation in Dogs. *Rad. Res.* 4:139, 1956.  
(犬における速中性子放射線全身照射の影響)
16. Miller, C. P., Hammond, C. W., Tompkins, M.  
Reduction of Mortality from X-Radiation by Treatment with Antibiotics. *Science* 111:719, 1950.  
(抗生物質療法によるX線照射に起因する死亡率の低下)
17. Furth, J., Coulter, M. P., Miller, R. W., Howland, J. W., Swisher, S. N.  
The Treatment of the Acute Radiation Syndrome in Dogs with Aureomycin and Whole Blood. *J. Lab. and Clin. Med.* 41:918, 1953.  
(オーレオマイシン及び全血による犬の急性放射線性症候群の治療)
18. Coulter, M. P., Miller, R. W.  
Treatment with Successive Antibiotics of Dogs Exposed to Total Body X-Irradiation. Univ. of Rochester, AEC Project, UR-276, 1953.  
(抗生物質連続投与によるX線全身照射を受けた犬の治療)
19. Sorensen, D., Bond, V. P., Cronkite, E. P.  
In preparation.  
(執筆中)
20. Perman, V., Cronkite, E. P., Bond, V. P.  
In preparation.  
(執筆中)