

## 広島・長崎の原子爆弾による物理的被害\*

—放射線量を中心にして—

庄 野 直 美

### §1. まえがき

原子爆弾による身体的障害を考える場合、最も注目しなければならない点は、爆風や熱による障害もさることながら、これが根本的に放射線による障害であるということである。したがって被爆者の現わす症状を追求していくとき、各被爆者が受けた放射線量を知ることはひじょうに重要な意味をもつてであろう。そこで「広島原爆障害研究会」<sup>\*\*</sup>は、被爆者が受けた放射線量を推定することを第1に重要な研究目標と認めて発足した。

ところでこの放射線量を推定することは、物理学の問題である。すなわち、広島、長崎の原子爆弾の効果を物理学的観点から十二分に解剖しなければならない。

アメリカ合衆国原子力委員会、国防省、ロス・アラモス科学研究所の共同編集に依り発行された「原子兵器の効果」<sup>1)</sup>の中で、物理学的考察はすでに相当なされている。しかし、これによつて広島、長崎におけるすべての問題が解明しつくされているとは思われない。例えば爆発後かなり長い期間にわたつて存在していた残留放射能についてみても、広島、長崎の実状を説明するには、この本はほとんど無力である。被爆後10年余の今日において、物理的検討を総合的にやる必要があつたことは、いかんともしがたい事実である。

広島における原子爆弾の物理的被害についてのわれわれの研究結果は、すでに「日本医師会雑誌」第39巻、第10号、第12号<sup>2)</sup>に発表されている。(この論文を今後「論文、I」と呼ぶ。)しかし、その内容を再検討したところ、新しくつけ加えるべき事実を発見したので、この論文においてその点を明かにする。但しその際、「論文、I」の内容と重複する部分はできるだけ記述を簡略にし、詳細は「論文、I」にゆずる。長崎における原子爆弾の被害の

\* この論文は、すでに「広島医学」Vol. 12, No. 11, 12 (1959) に発表済みであるが、記念特集号のために掲載する。

\*\* この研究会は、広島在住の物理学者、医学者、化学者達の有志によつて結成されている。昭和31年11月発足以来、平均月1回位の研究会合をもち、お互の研究結果を討議して来た。昨年8月には、従来の研究を総合整理して、英文報告集「Physical and Medical Effects of the Atomic Bomb in Hiroshima, Maruzen, Tokyo」を出版した。会員は現在23名である。また「広島県原爆障害対策協議会」から研究費の援助を受けている。またこの論文は、研究会の物理学グループが昨年「日本医師会雑誌」<sup>2)</sup>に発表した結果を庄野が、その後検討し直して訂正し、その上更に長崎に対する推定を新しく附加したものである。

系統的な議論は今までほとんどなされていなかった。これを広島の場合と同じような方法で求めた結果が最近わかったので、この論文においてはそれも明かにする。

## §2. 原子爆弾による物理的被害の分類

8月6日午前8時15分、広島市細工町島病院の上空約570mで爆発したウラニウム235の量は約1kgあるいはそれ以上であつたと推定される。また8月9日午前11時3分、長崎市天主堂の上空490mで爆発したプルトニウム239の量も約1kgであつた。

両市において爆薬の種類は異つているが、爆発の機構あるいは放出された放射線の種類などにおいて、質的に異なる点はほとんどない。

いずれの場合にも、瞬間的には最高数千万度の高温が作られ、(1) その強力な熱線によつて建築物は燃焼し人体は火傷を受け、(2) 膨脹した空気は強烈な爆風となり、(3) 放射線(ガンマー線、中性子)が放出された。これらのおよぼした被害は、爆発後1分以内におこつたもので、瞬間被害と呼ばれる。

瞬間被害のなかに、爆発1分以後から長い期間影響を興えた残留放射能による被害があつたことを忘れてはならない。残留放射能の原因には2種類のものが考えられる。その第1は地表に沈積したウラニウムあるいはプルトニウムの放射性分裂生成物であり、その第2は中性子が地面に衝突し土壌あるいは建築物資材などに二次的に誘導した放射性物質であつた。

残留放射線による影響は、従来ほとんど問題にならないとして無視されたり、問題にしようとしてもその数値を適確につかむことができないというのが実状であつた。しかしいずれにしろ、爆発後市内に入り、放射線障害を引き起したと考えられる事例が少くない事実にかんがみて、われわれはこの問題を詳しく吟味することを必要と考えた。それには爆発後の調査によつて得られた若干の測定値を参考にしながら理論的考察によつて詳しく検討した。その結果の紹介が、この論文の重要な部分である。

## §3. 瞬間被害

§3.1. 爆風及び熱線による被害：この被害は、この論文の主目的であるところの放射線による被害とは直接関係がないので、詳しく述べる必要はないが、参考のために概略を述べておこう。

爆風及び熱線による被害は広島・長崎とも大体同程度のものであつた。爆風についていえば、木造家屋の場合、爆央(爆発直下の地上の点)から約2kmまでが全壊、約4kmまでが半壊、小破は約6kmあるいはそれ以上にまで及んでいる。また熱線によつては、約2kmまでの家屋がほとんど完全に焼失し、約3.5kmまでの人体が火傷をうけた。<sup>\*</sup>

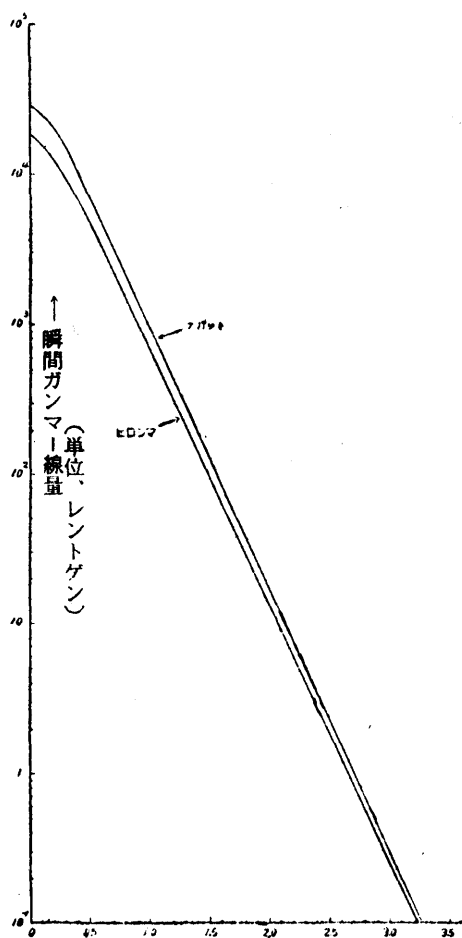
\* 爆央からの距離とその位置における熱線のエネルギーとの関係を示す図表は、「論文、I」に与えられている。それは広島に於けるものであるが、長崎の場合もこれとほとんど違いがないであろう。

但し以上の被害は、途中で山などの遮蔽物がなかつたとしたときのものであり、実際には、広島では大体このとおりの結果になつているが、長崎では爆央が浦上天主堂近くの谷間にあつたため、被害はここまで拡がらず、市の中心部はほとんど無傷のまま残された。

§3.2. 瞬間放射線による被害：これは普通の爆弾にみられないところのもので、ガンマ線と中性子による瞬間的な直接作用であり、原爆や水爆などの核兵器に特有なものである。はじめにも述べたように、広島と長崎では爆弾の型が異なるために、被害に多少の差が認められた。

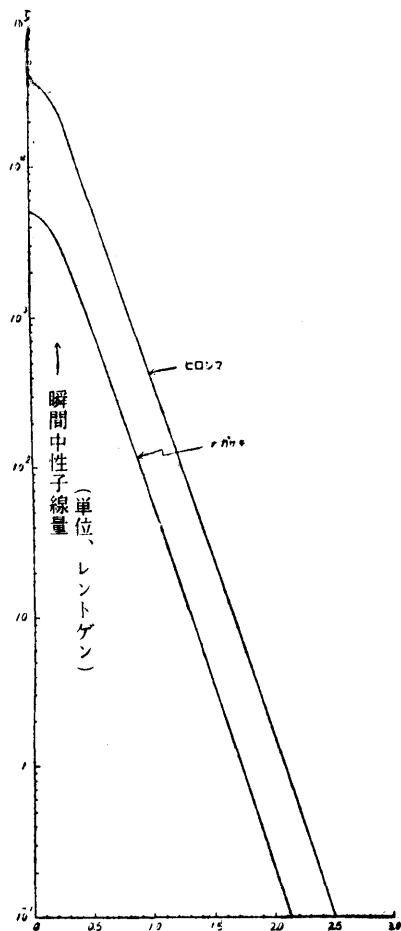
「原子兵器の効果」<sup>1)</sup>には、原爆の物理的被害がかなり詳しく述べられているが、しかし

第1図 爆央からの距離と瞬間ガンマ線量との関係



→爆央からの距離 (単位、km)

第2図 爆央からの距離と瞬間中性子線量との関係



→爆央からの距離 (単位、km)

それにしても、広島・長崎の実際の被害がこの中ですべて明らかにされているとは思われない。つまり、当時の爆弾における瞬間放射線量の決定的に正確な数値には今もつてはつきりしない点があるが、手に入る限りの資料<sup>3)</sup>にもとづいて判断すると、ほとんど間違いないと思われる値として次の図表が得られる。第1図はガンマー線に対するものであり、第2図は中性子に対するものである。なおこれらの図表或いは以後出てくる図表において、放射線量の単位は、学問的厳密性からいえば、レプ (rep) 又はラド (rad) で表わすのがよいのであるが、通俗的に分かり易くするために、慣れているレントゲン (r) 単位を使つた。これらの数値をそのままレプ又は、ラドの量と見做しても、殆んど間違いない。

この図表から分るように、ガンマー線の強度は、広島・長崎とも大体等しく、爆央においては2～3万レントゲンという驚くべき値となり、爆央から1kmのところでも約6～8百レントゲンという致死量を示し、2kmで約10レントゲンに減少するが、これでもなお有害な量である筈である。一方中性子による被害は、広島と長崎ではかなりの違いが認められる。すなわち爆央では広島約38,000レントゲン、長崎約5,000レントゲン、爆央から1.5kmでは広島約24レントゲン、長崎約4レントゲンという値になり、大雑把にいつて、中性子の効果は、広島の方が長崎の約10倍大きかつた\*と考へねばならない。

何れにしろ、ガンマー線と中性子を合せた瞬間的な効果は、広島・長崎とも、爆央から約1kmまでが致命的であり、約2kmまでも重大な障害を与えたことになる筈である。

ここで注意しなければならないことは以上の数値は何れも屋外にいた者に対する値であつて、屋内にいた者に対しては、遮蔽物のために、受けた放射線量が減少している事実を考慮しなければならぬ。この遮蔽効果は、被爆者のおかれた条件によつて千差万別であり、簡単に表現することはそれ程容易ではない。しかしわれわれの理論的計算値と1昨年秋のアメリカに於ける実験値<sup>\*\*</sup>をもとにしてみると、大体の傾向として次の第1表の遮蔽因子が推定される。

この遮蔽因子から判断すると、屋内で完全に遮蔽されていたとしても、爆央から500m以内は明らかに致命的であり、1.5kmまでも相当に重大な被害が及んでいることになる。

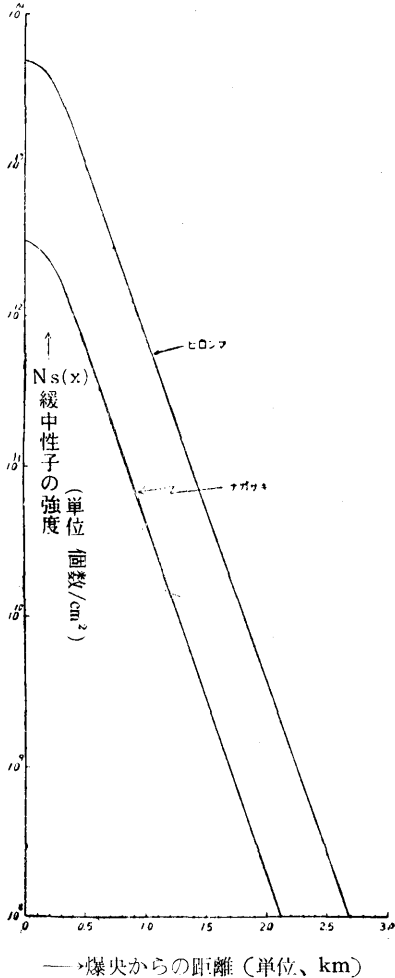
\* 「論文、I」においては、中性子の効果を小さく見すぎていたことがその後分つた。これは、手に入る限りの資料<sup>3)</sup>をもとにして再検討した結果分つたことで、この論文では、この点が補正されている。

なお、何れ後程、中性子による地上の誘導放射線を求める際、爆央からの距離とその点での緩中性子(おそい中性子)の強度(1cm<sup>2</sup> 当りの筒数を単位として)との関係が必要となるので、これを第3図に与えておく。(この図においても、広島が長崎の約10倍強かつたことが示されている。)

「論文、I」におけるNs(x)は、今後すべて第3図の値に補正し直して考える必要がある。

\*\* 一昨年秋、アメリカ本国では建築物による遮蔽の影響をしらべるために、日本家屋を砂漠の中に造り、高い塔の上で原爆を爆発さず実験をおこなつた。その際、屋内のいろんな場所で瞬間放射線量を測定しているが、筆者はこのデーターを広島ABC Cの好意によつて知ることができた。

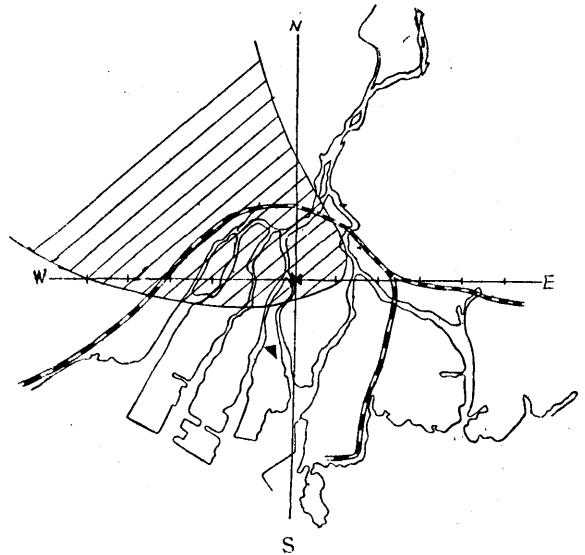
第3図 爆発からの距離とおそい中性子の強度 (slow neutron 単位は1平方cm当りの筒数)



第1表 建築物による遮蔽因子\*

放射線	木造建築物の中にいた場合			コンクリート建築物の中にいた場合		
	半身以上直射	半身以下直射	完全遮蔽	半身以上直射	半身以下直射	完全遮蔽
ガンマー線	0.9	0.7	0.4	0.7	0.5	0.1
中性子	0.8	0.6	0.2	0.7	0.5	0.05

第4図 広島の市街図(斜線は豪雨地帯)



§4. 残留放射能の外部照射による被害

これは、ウラニウム235 (広島) 或いはプルトニウム239 (長崎) の放射性分裂生成物 (いわゆるフォールアウト) および瞬間的な中性子が地上の土壌とか建築物資材材に当つて二次的に誘導した放射性物質からの放射線 (ガンマー線が主体) を、爆発以後のある期間にわたつて受けたための被害である。

\* この表の数値を第1図または第2図で与えられる瞬間放射線量に掛ければ、家屋内にいた時に受けた放射線量が求められる。但しこの遮蔽因子は大雑把な平均値であるから、実際にはこれよりも大きい場合も小さい場合もありうるが、人体の大きさの程度としては間違いないであろう。

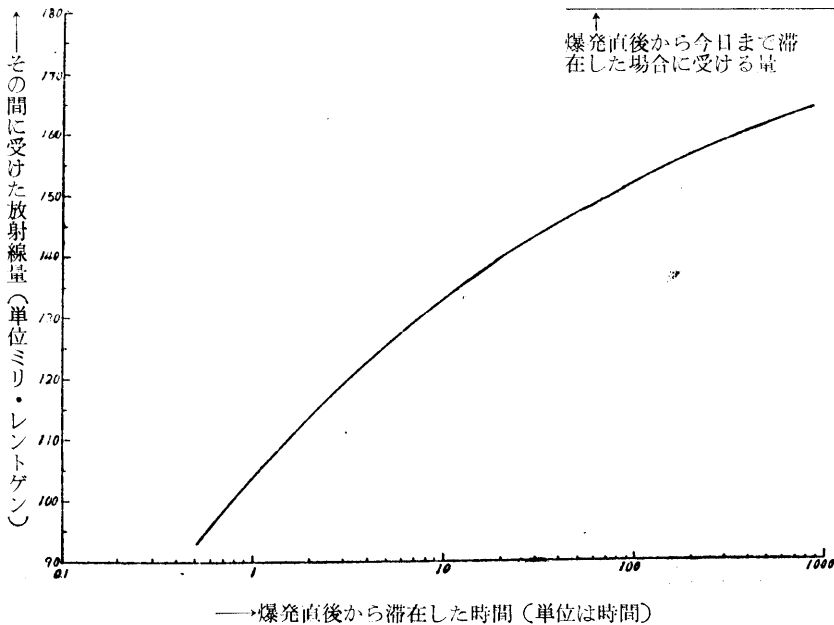
半身以上直射及び半身以下直射とあるのとあるのは、窓の近くに居て、ある程度直射を受けた場合に相当する。

またこの被害を更に細分すると、人体外からの放射線による外部照射と人体内に吸入した放射性物質からの放射線による内部照射の2種類がある。いずれにしても、これらの被害を残留放射能による被害といえる。

以下、この残留放射能の外部照射による被害の物理的な面を、放射性分裂生成物によるもの、及び中性子の誘導放射能によるものとの二種類に分けてのべる。

§4.1. 放射性分裂生成物による被害：この効果を純理論的に推定するのは非常に困難である。そこで「原子爆弾災害調査報告集」に報告されている、爆発数週間後の広島・長崎の各地における残留放射能強度の実測値<sup>4)</sup>をもとにして、理論的な考察を加え、被害の程度を推察した。(推論の進め方は「論文、I」にゆずる。)それによると、広島の場合と長崎の場合では相当事情が異つている。

第5図 広島：雨の降らない地域に滞在した時間とその間に受けた地上の分裂放射性物質からの放射線量との関係



広島の場合には、爆発を中心にして約6 kmの範囲にこの分裂生成物が相当量蓄積していた。また市の西北部のひじょうに広い地域にかけて爆発一時間後から二時間以上の間真黒い豪雨が降っているため、(第4図の斜線を引いた部分)この地域における分裂生成物の蓄積は、他の地域の約2倍強かった。

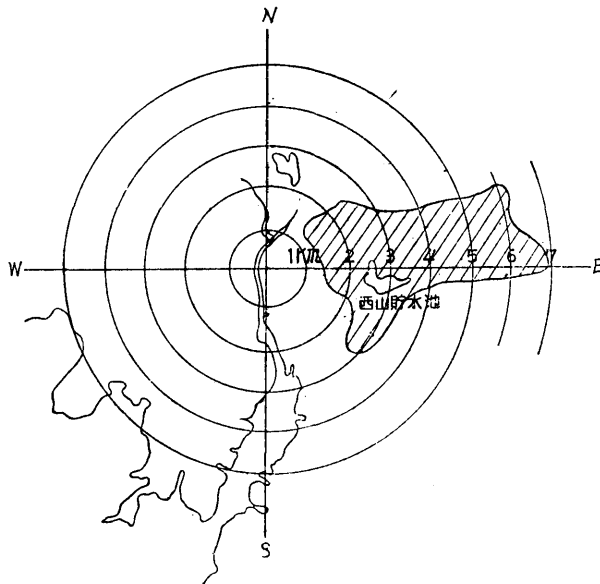
ところでこの分裂放射性物質による体外からの放射線の照射量を実際に求めてみると、雨の降らなかつた地域では、滞在時間と放射線量との関係が第5図のように得られる。例えば

この表からわかるように、爆発直後から今日まで滞在していると0.18レントゲンを受けたことになる。

豪雨のあつた地域での滞在時間とその間に受けた放射線量との関係は、前述の図において縦軸を2倍にしたもので表わされる。したがつて、降雨地域に爆発直後から今日まで滞在した場合には約0.36レントゲンを受けたことになる。しかしいずれにしても広島の場合には、分裂生成物による放射線の外部照射の効果はほとんど問題にならないと考えてよい。

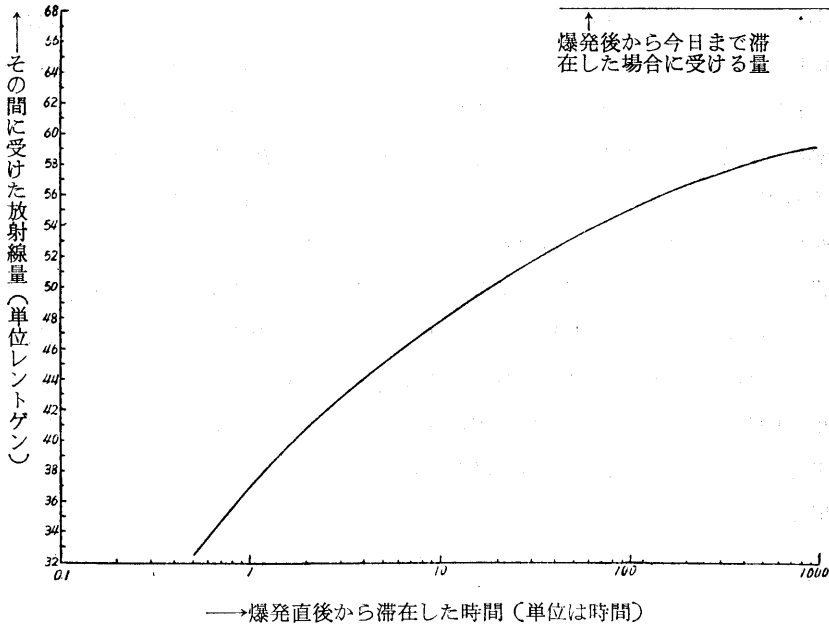
一方長崎の場合には、特殊な事情があつた。すなわち長崎では、当時秒速3メートルの南西の風が吹いていたため、北東の西山貯水池附近一帯（約10平方キロメートル以上の範囲におよぶ地帯で、第6図の斜線を引いた部分）に分裂生成物が強く吹き降ろされをと考えられる。なおこの地域は爆央より約1.5キロメートルの位置から約7キロメートルの範囲におよんでいる。この西山貯水池附近には、異常に強い放射能が存在したことが実測されており<sup>5)</sup>、爆発の年の10月2日現在で、天然の放射能を単位としてその約260倍も強かつた場所すらある。10平方キロメートル範囲内の合計50箇所における実測値を平均してみても天然の74倍も強い放射能が存在していたことになる。

第6図 長崎の市街（西山貯水池附近の斜線の地帯には、放射性分裂生成物が特に多く蓄積していた。）



この実測値をもとにして、理論的考察を加えると、この地域に滞在した者が受けた放射線量が求まり、滞在時間と受けた放射線量との関係は第7図のようになる。例えば爆発後から今日までこの地域に滞在しておれば、平均して約68レントゲンを受けたことになり、爆発1

第7図 長崎：西山貯水池附近に滞在した時間とその間に受けた地上の分裂放射性物質からの放射線量との関係



ヶ月後に入った者でもその後滞在しておれば、平均して約10レントゲンは受けていることになる。これらの数値は平均値であるから、滞在した場所によっては、右と同じ滞在条件でも、これ以上の放射線量を受けた場合があり得る。

以上の西山貯水池附近を除いた地域では、分裂生成物の蓄積は微量であつたと考えられ、大体広島の前年の降らなかつた地域における程度と思えばよいであろう。

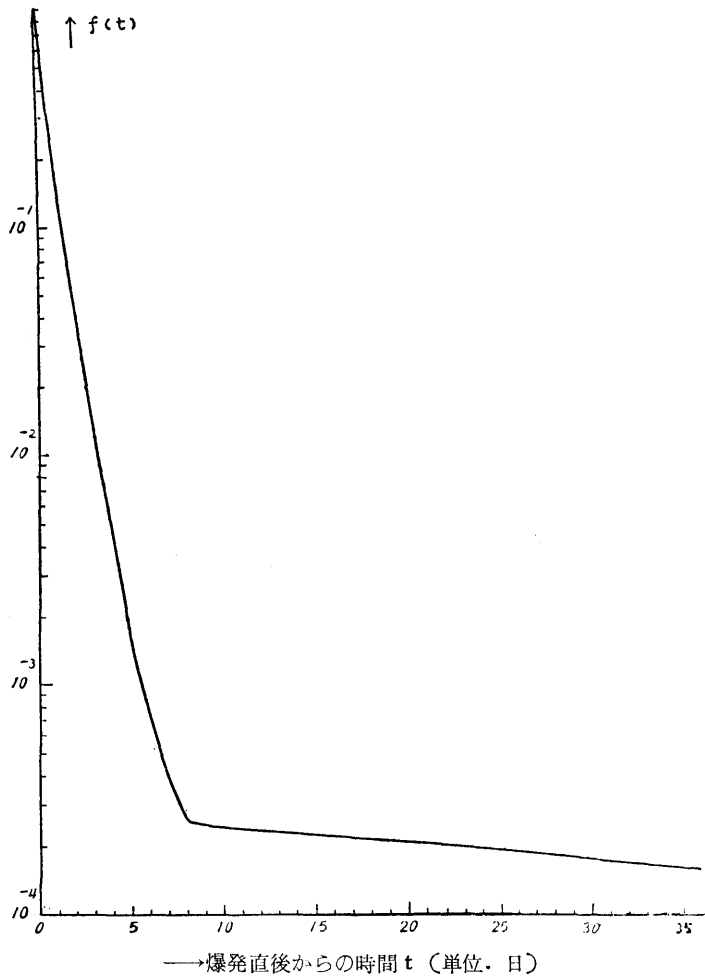
以上の特徴点をまとめてみると、次のようになる。広島及び長崎の西山貯水池附近をのぞいた地域では分裂生成物からの放射線による体外からの照射はほとんど問題にならなかつたが、長崎の西山貯水池一帯においては、瞬間的な影響を受けていなかったといつて（問題の地域はいずれも爆発から約1.5キロメートル以遠にある）安心することはできない。すなわち、爆発のときから居住していた者はもちろんのこと、焼発後1ヶ月後にこの地域に入つて居住した者にも、明らかに重大な放射線の影響があつたと考えられるからである。

§4.2. 中性子の誘導放射性物質による被害：広島でも長崎でも、瞬間的に放出された中性子は、土壌を始めとして建築物の資材などに、二次的に放射能を誘導している。

この放射能の誘導は、瞬間的な中性子の量によつて左右されるので、瞬間的な中性子の効果の項を見ればわかるように、広島と長崎ではその中性子の量が相当違うために、誘導された放射能の強さも両都市では相当の違いがあることが予想される。つまり、広島の方が長



第8図 誘導放射性物質の全体としての崩壊曲線

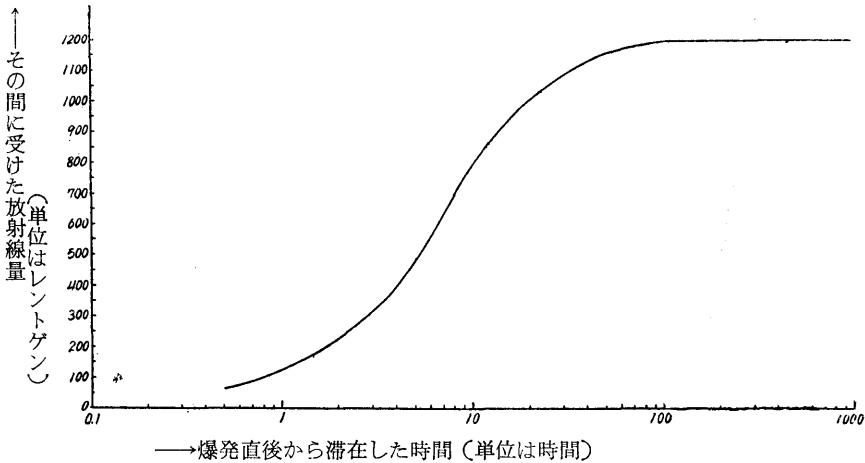


崎よりも相当強かつた筈である。

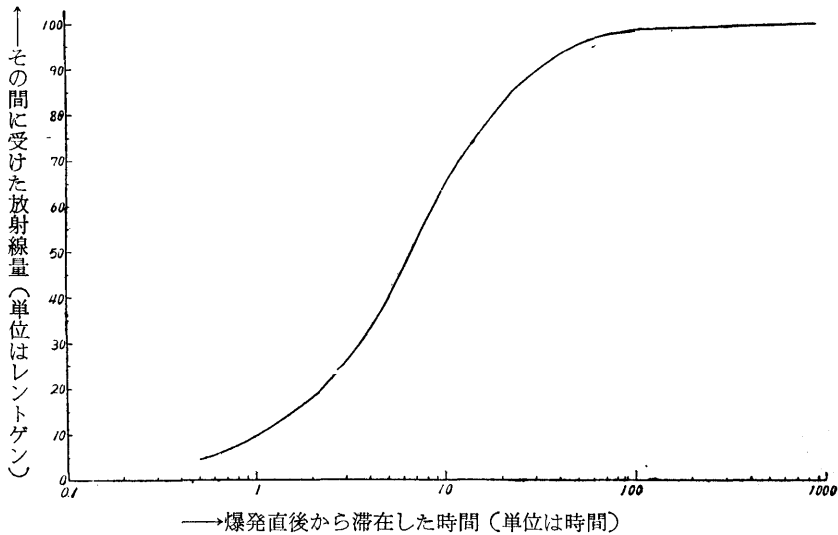
この効果を算定するには、土壤あるいは建築物資材の中の元素の含有量を調べることから出発し、かなり面倒な計算を進めていかなければならない。まず土壤に誘導された放射能の強さを求めるに当つては、計算値をより正確にするために、爆発後の或る時期における残留放射能の若干の実測値を参考にして、実測値に合うように理論式を補正して、半実験的理論式を作つた。

推論の方法は、すべて「論文、I」に与えられている通りであるが、このたびの考察においては  $\text{Ca}^{45}$  及び  $\text{P}^{32}$  を除外した。というのは、これらの元素はベーター線しか出さないもので、体外からの照射においては、ほとんど効力がないと考えられるからである。したがつ

第9図 広島：爆発から0.5km以内の地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係



第10図 広島：爆発から0.5~1.0kmの地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係



て、誘導放射能として影響を与えた主な元素は  $Mn^{56}$ ,  $Na^{24}$ ,  $K^{42}$ ,  $Si^{31}$ ,  $Fe^{59}$  などであつて、 $Ca^{45}$  と  $P^{32}$  は除外したから、誘導放射能の全体としての崩壊曲線  $f(t)$  は、「論文、I」の第2図の代りに第8図を用いなければならない。

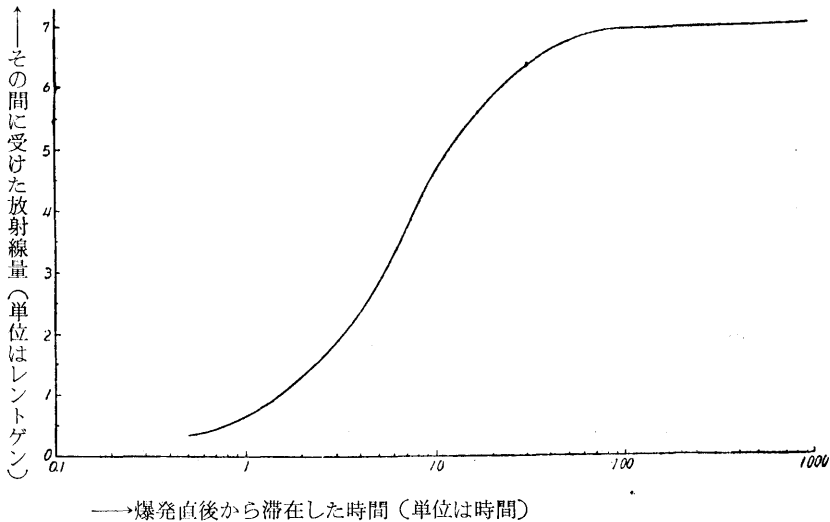
広島の場合に参考とした実測値は、Miyazaki たちが爆発の年の10月16日に測定したものである。<sup>6)</sup> 結果を書くと、爆発から  $x$  の距離に爆発直後から  $T$  時間滞在したとき、その間に体外から受けた放射線量 (誘導放射能だけによるもの) を与える半実験的理論式は、次の通

りである。

$$\bar{I}_{\text{neutron}}(x, T) = 3.6 \times 10^{-8} \cdot N_s(x) [1 - f(T)] mr \quad \dots(1)$$

但しここで、諸種の記号については、「論文、I」を参照されたい\*。この式にもとづいて、爆央からの距離ごとに、滞在時間と受けた放射線量との関係を図示すると、第9図～第12図が得られる。

第11図 広島：爆央から1.0～1.5kmの地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係



長崎の場合に参考とした実測値は、Shinohara たちが爆発の年の9月10日に測定したものである<sup>7)</sup>。広島の場合の第(1)式に相当するものとして、次の第(2)式が得られる。

$$\bar{I}_{\text{neutron}}(x, T) = 5.4 \times 10^{-8} \cdot N_s(x) [1 - f(T)] mr \quad \dots(2)$$

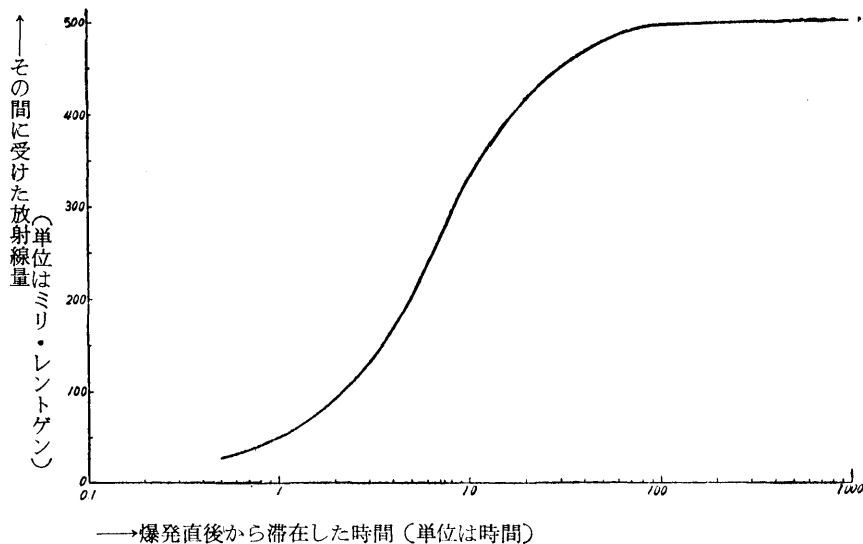
この式にもとづいて、爆央からの距離ごとに、滞在時間とその間に受けた放射線との関係を図示すること第13図～第15図のようになる。

これらの図表から判断して、次のことがいえる。即ち広島では、爆央から約2 km 以内に、長崎では約1.5 km 以内に、爆発後約1週間にわたって強い誘導放射能が残っていた。ただしその強さは爆央からの距離によつて異なり、また同じ距離でも、広島と長崎では約10倍の違いがある。今1例として爆発1日後から約1週間市内に滞在したものが、その間に受けた放射線量を、爆央からの距離ごとに区分して求めると、第2表のようになる。

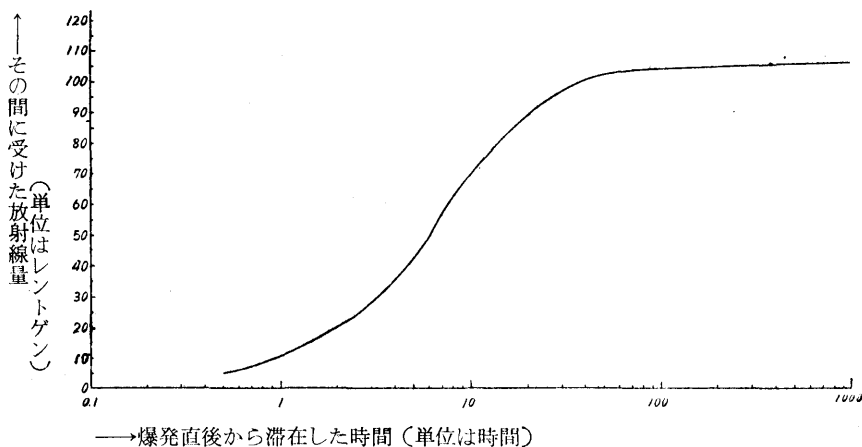
\* 但しおそい中性子の強度  $N_s(x)$  は、§3.でも述べたように、「論文、I」のものを訂正して用いなければならない。訂正した数値は第3図によつて与えられる。また  $f(T)$  も「論文、I」の第2図の代りに、この論文の第8図を用いなければならない。

\*\*但しここで、 $f(T)$  は第8図をそのままとつてよろしいが、 $N_s(x)$  は長崎に対する数値を用いなければならない。

第12図 広島：爆央から1.5~2.0kmの地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係

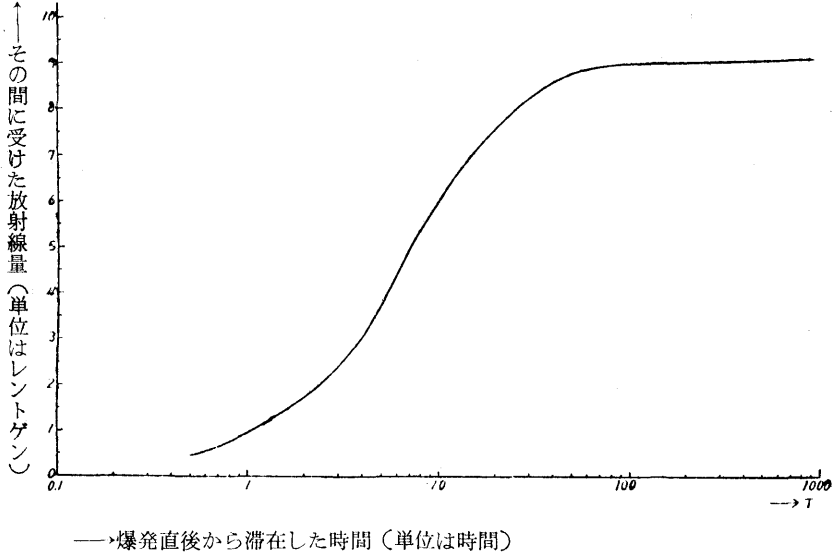


第13図 長崎：爆央から0.5km以内の地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係

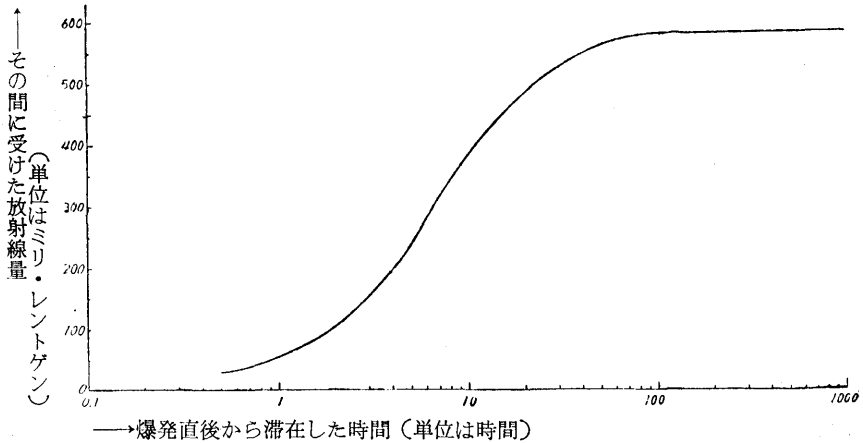


今まで求めた放射線量は土壌に誘導された放射能だけの効果であつて、これ以外に建築物資材に誘導された放射能がある。これについては、建築物の分布が問題となり、厳密な推定は非常に困難であつて大雑把な議論しかできない。推定の方法は「論文、I」に譲るが、いづれにしても、これによつて被害の程度は更に増大することは間違いない。

第14図 長崎：爆央から0.5~1.0kmの地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係



第15図 長崎：爆央から1.0~1.5kmの地域に滞在した時間とその間に受けた土壌の誘導放射性物質からの放射線量との関係



第2表 爆発1日後から1週間の間には体外から受けた誘導放射線量

滞在場所(爆央からの距離で示した) 受けた放射線量(レントゲン単位)		0~0.5 (km)	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0
		広島	レントゲン 150	12	0.9
長崎	レントゲン 11.5	1.1	0.08		

### §5. 残留放射能の内部照射による被害

(§4) で述べてきたものは、体外から照射された残留放射線による被害であつた。

しかしこれ以外に、体内に吸入した放射性物質の効果もある。特に地上にあつた分裂生成物および中性子による誘導放射性物質が、風で空気中に舞いあがり、これが体内に吸入されていることは間違いない。この量の推定は、当時の空気中の塵埃量の推定に依存し、この点でひじょうに困難な問題を含んでいる。しかし「論文、I」で示されているように、定量的な推定は大体において可能である。

体内に吸入された場合には、ベーター線も影響を与えるから、 $\text{Ca}^{45}$  および  $\text{P}^{32}$  といえども除外することはできない。したがつて広島における  $\text{Ns}(x)$  の訂正以外にはすべてこの点で「論文、I」の結果がそのまま成り立つ。<sup>\*</sup>

定量的な議論をくり返す必要はないので、一般的な傾向として、次の点だけを指摘しておく。即ち、体外からの照射線量が多かつた者程、吸入した量が多かつたことが推定できる。しかもこの吸入した放射性物質は、体内に存在した点で、影響が大きく、特に長崎の場合には、プルトニウム 239 の破片を吸入しているため、この点では、広島より更に悪い影響があつたと考えられる。

しかし、通常の無風に近い都市の状態での空気中の塵埃量を基準にして推定してみると、この吸入したものの効果は、それ程たいしたことはない。

反面、爆発後に死体や建築物の処理作業に当つた者、或いは爆発後しばらくの間のもうもうたる砂塵の中にいた者は、吸入した塵埃量が異常に多かつたため、この吸入放射性物質の効果特に顕著に受けたと考えねばならない。

### §6. 受けた放射線量に対するとりまとめ

今までの結果を総合すると、次のようにとりまとめることができる。

(1) 爆発の瞬間に屋外に居た者は、広島・長崎とも、爆央から約 1 km 以内が致命的、約 2 km 以内が相当強い影響を受けた。屋内に居たとしても約 0.5 km までは致命的、約 1.5 km までも相当な被害を受けた。

(2) 爆発後においても、市内には残留放射能が存在していたため、直接被爆した者はもちろんのこと、後日市内に入つた者でもこの被害を受けていて、この効果を見無視することはできない。

この被害の程度は、各人の行動条件によつて左右されるので、一般的に表現することはかなり困難であるが、大雑把に次の点は指摘できる。

広島の場合爆央から約 2 km 以内を、長崎の場合約 1.5 km 以内を爆発後約 1 週間以内に行

<sup>\*</sup> 長崎に対する推定も、「論文、I」の広島におけるものに全く平行しておこなうことができる。

動した者は、大きな被害を受けた可能性がある。しかもそれは、爆央に近い場所に出入した程大きい。(中性子の誘導放射能による被害)

長崎の場合には、更に西山貯水池附近に特異性があり、この地域では爆発 1 ヶ月後に入つた者でも、相当な被害を受けた場合がありうる。(プルトニウム 239 の分裂生成物が風のために強く蓄積していたことによる被害で、これの寿命が長いために、被害も長く残つていた。)

(3) 以上(2)でのべた残留放射能による被害は、ここまでは間違いないという最低値として求められたものであつて、実際には、建築物資材に誘導された放射能、空気中から体内に吸入した放射能、或いはここではふれなかつたが、中性子が空気中の原子に誘導した放射能(特に空気中の ${}^7\text{N}^{14}$ から作られた ${}^6\text{C}^{14}$ )などの影響を細かに考慮していくと、被害はこれよりも更に大きかつたと考えられる。すなわち、これらを考慮に入れると、残留放射能による被害は、爆発後の時間においても、爆央からの距離においても、(2)の記述よりも更に広がる可能性は充分ある。

(4) 爆発後のもうもうたる塵埃の中に居た者、或いは後日死体や建築物の残骸処理に当つた者は、体内に吸入した放射性物質のために、特に強い被害を受けたことは明らかである。

(5) 従来しばしばやられているのであるが、爆発当日の位置だけで被害の程度を速断するということがあつてはならない。もちろんそれは無意味ではないが、その時の遮蔽の条件或いは爆発後の行動の状態を知ることはぜひとも必要であり、これによつて各人が受けた放射線量を総合的に求め、それを医学的諸問題追求の際の判断の基準にしなければならない。

この放射線量を求めることは、今や殆んど充分可能になつた。瞬時的放射線量は、遮蔽条件も含めて、第 1 図、第 2 図及び第 1 表から直ちに求まる。また残留放射線量は、「広島医学」に発表した方法と本論文の第 5 図、第 7 図及び第 9 図～第 15 図を用いれば求めることができ、その計算方法は「論文、I」の(§ 7)に示されている 1 例をみれば明らかである。但し、人体内に吸入した残留放射性物質の影響については、十分に正確な推定とならない恐れがあればこれを除外し、外部照射量だけをとりあげて、これを受けた放射線の最低量として判断の基準にしても、充分有意義であらう。

(6) 現在の原爆被爆者に対する「医療法」の規定は、今までの物理学的考察と矛盾していないといつてよい。要は運用の問題である。運用に当つては、ぜひ受けた放射線量を考慮に入れて、充分公正な配慮がなされることを、物理学者として希望したい。

この研究は、「広島原爆障害対策協議会一会長、広島市長」から「広島原爆障害研究会」が受けた研究助成金を一助としておこなわれたものであることを最後に附記して、同協議会に感謝の意を表わす次第である。

### 引用文献

- 1) 「原子兵器の効果」: アメリカ合衆国原子力委員会、国防省、ロス、アラモス科学研究所編、(1949)、(1951年に科学新興社より出版された邦訳書あり)。
- 2) 広島原爆障害研究会 (N. SHOHNO, S. OGAWA and K. SAKUMA の研究を研究会で討議したもの。) 日本医師会雑誌、Vol 39, No. 10 & 12, 1958.
- 3) H. Yamasiki, A. Sugimoto and K. Kimura : 日本学術会議編「原子爆弾災害調査報告集第1分冊」(1953)、16頁。(以下これを「報告書」と略記する)。  
A. Sugimoto : 「報告書」、19頁。 H. Tamaki and T. Hamada : 「報告書」、20頁。  
S. Syono : 「報告書」、135頁。  
Robert R. Wilson : Radiation Reseach, Vol. 4, 349, 1956。  
広島 ABCC より個人的に知らされたデータ: これはアメリカ本国で行った実験結果で、広島 ABCC の Dr. Arakawa の好意により、昨年はじめに知らされた。
- 4) 広島における実測値  
S. Shimizu, R. Ishiwari et al. : 「報告書」、6頁。  
H. Yamasaki : 「報告書」、25頁。  
T. Fujihara and H. Takeyama : 「報告書」、75頁。長崎における実測値。  
K. Shinohara et al. : 「報告書」、39頁、45頁。
- 5) K. Shinohara et al. : 「報告書」、45頁。
- 6) Y. Miyazaki and T. Masuda : 「報告書」、35頁。
- 7) K. Shinohara et al. : 「報告書」、39頁。

### ABSTRACT

#### Physical Effects of the A-Bomb in Hiroshima & Nagasaki

—Amount of the radiation received by the A-bomb victims—

Naomi SHOHNO

Physical effects of the A-bomb in Hiroshima have been minutely investigated by the present author et al. in the paper, "The Journal of the Japan Medical Association", Vol. 39, No. 10 & No. 12 (1958). In the present paper, some corrections are added upon the past results and also new estimations for the A-bomb of Nagasaki are contained. One of the important results is in the facts that the amount of the "residual radiation" received can be estimated by our method and it should not be unconditionally ignored, though in the past it was considered very small.