

MEDICAL EXAMINATION OF HIROSHIMA PATIENTS  
WITH RADIATION CATARACTS

放射線性白内障を有する広島被爆者の診察

PAUL G. FILLMORE, M.D.

(Originally published 1952 既発表)

Department of Medicine, Duke University

Duke 大学医学部



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of  
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
and  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE  
with funds provided by  
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH  
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原爆傷害調査委員会

（以下略）

米国国立衛生研究所と厚生省国立公衆衛生研究所との  
共同調査研究機関

(本調査は、厚生省国立公衆衛生研究所より、本調査に研究費を供給した)

## **DISCLAIMER**

**This report was prepared as an account of work sponsored by an agency of the United States Government. Neither the United States Government nor any agency Thereof, nor any of their employees, makes any warranty, express or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information, apparatus, product, or process disclosed, or represents that its use would not infringe privately owned rights. Reference herein to any specific commercial product, process, or service by trade name, trademark, manufacturer, or otherwise does not necessarily constitute or imply its endorsement, recommendation, or favoring by the United States Government or any agency thereof. The views and opinions of authors expressed herein do not necessarily state or reflect those of the United States Government or any agency thereof.**

## **DISCLAIMER**

**Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.**

## CONTENTS

### 目 次

List of Figures	
挿入図一覧表	Page i
Purpose	
目 的	1
Background and Previous Pertinent Literature	
背景および以前の報告	2
Patients	
患 者	7
Results	
結 果	9
General Observations of Japanese Eyes	
日本人の眼についての一般的観察	27
Summary and Conclusion	
総括および結論	29
References	
参考文献	31

**FIGURES**  
挿入図

Figure 1. Distribution by age, 2000-meter survey	
図 2000m 調査対象群の年齢別分布.....	Page 7
2. Epilation, 2000-meter survey	
2000m 調査対象群における脱毛.....	8
3. Distribution by age, 1000-meter survey	
1000m 調査対象群の年齢別分布.....	8
4. Epilation, 1000-meter survey	
1000m 調査対象群における脱毛.....	9

# OPHTHALMOLOGIC SURVEY OF ATOMIC BOMB SURVIVORS IN JAPAN, 1949

## 1949年に日本において行なわれた原爆被爆生存者の眼科的調査

### PURPOSE

The ophthalmologic study which this communication proposes to report is part of a long-term project conducted by the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC) to investigate the medical and biological effects of the atomic bombing in Japan.

The request for an ophthalmic survey was apparently initiated by the Committee on Ophthalmology of the National Research Council with the implied intent of determining what, if any, delayed injury to the eyes had resulted from the atomic bombing. The undertaking was prompted in considerable measure by the recent discovery of cataracts in cyclotron workers who had been chronically exposed to forms of radiant energy (neutrons and gamma rays) similar to those which were given off by the atomic bomb.

The assumed task of the study group was threefold: (1) to determine qualitatively, by history and examination, whether or not ocular lesions, other than traumatic, resulted from the atomic bombing; (2) to ascertain what the approximate frequency of these lesions was in a sample group of the surviving population who had been near the hypocenter at the time of the explosion; and (3) to note any incidental findings that might be considered of significance or interest in a routine examination of the eyes of a Japanese population.

### BACKGROUND AND PREVIOUS PERTINENT LITERATURE

The atomic bombs were dropped over

### 目 的

本書に報告する眼科的調査は、日本における原子爆弾投下の医学的および生物学的影響を調査するために原爆傷害調査委員会 (A B C C) が行なっている長期研究計画の一部である。

原子爆弾投下の結果、眼に傷害があるとすればどのような遅発性傷害がおこるかを究明するために眼科的調査が米国学術会議眼科委員会によって要請されたのがこのはじめてである。原爆放射線に類似した放射性エネルギー (中性子およびガンマー線) の慢性照射を受けたサイクロトン作業員中に白内障が最近発見されたことはこの調査の大きな動機となりいちやく着手された。

調査班が取り上げた課題は次の3つであった。すなわち、(1) 原子爆弾投下の結果外傷性傷害以外に眼科的病変が生じたか否かを病歴および診察によって量的に判定し、(2) 爆心地から近距離で被爆した生存者サンプルにおけるこれらの病変の大体の頻度を確かめ、(3) 日本人の一般眼科的検査で有意あるいは興味のあると思われるその他の付随的所見があればそれを記録することであった。

### 背景および以前の報告

原爆は広島で1945年8月6日に、長崎で8月9日に

Reprinted by permission of Transactions of the American Ophthalmological Society. Originally appeared 1950, Vol. 48, pp. 62-87.

Hiroshima on August 6, 1945, and over Nagasaki on August 9, 1945. On August 28, 1945, a plan was drawn up for the study of atomic bomb casualties. A mission from the Manhattan Project was assigned to the determination of the residual radioactivity in the bombed cities. Considerable assistance was obtained from the Japanese Government groups who had already made preliminary observations, and at the suggestion of the Supreme Commander there was appointed a "Joint Commission for the Investigation of the Effects of the Atomic Bomb in Japan." The report of this commission, summarized in part in the article of Liebow, Warren, and De Coursey,<sup>1</sup> provides the most comprehensive survey of the terrain, the physical characteristics of the land, and the medical and biological effects on the population, including many illustrations and eyewitness accounts.

A résumé of the Joint Commission's report is beyond the scope of this survey, but it is noteworthy that the casualties were divided into mechanical injuries, thermal injuries, and injuries from ionizing radiations. Mechanical injuries were those resulting from falling timbers and flying debris; injuries with glass particles from shattered window panes were especially frequent. Such injuries were sustained at distances of at least 4000 meters from the hypocenter and were due to the blast of the bomb. Thermal injuries were caused either by radiant heat, in which case the heat was intense but lasted for only a fraction of a second, or by flame burns. The effects of radiant heat were evident in the form of burns up to 4000 meters from the hypocenter, but rarely did they result in second-degree burns at a distance greater than 3000 meters. Being of short duration they produced characteristically a "profile" type of burn with protection of structures not in a rectilinear projection from the bomb. They also produced relatively more superficial charring and less deep penetration in comparison with flame burns. They further produced curious configurations according to the clothing which was being worn at the time; thus burns often showed patterns when the overlying

それぞれ投下された。1945年8月28日に原爆傷害調査についての計画が立てられた。Manhattan Projectから調査団が派遣されて両被爆都市の残留放射能の測定に当たった。その以前に、既に予備観察を実施していた日本政府の調査団からもかなりの援助が得られ、最高司令官の勸告によって「日本における原子爆弾の影響に関する合同調査団」が設けられた。この調査団の報告は一部 Liebow, Warren および De Coursey<sup>1</sup>の論文に総括されており、地勢、土地の自然的特徴ならびに住民に対する医学的および生物学的影響についての最も包括的な検討が行なわれ、多数の図表および目撃者の報告を含んでいる。

合同調査団報告の要約を行なうことは、本書の目的ではないが、傷害を機械的傷害、熱傷および電離放射線による傷害に区別されていることは注目されている。機械的傷害は木材の倒壊および飛散破片の結果で特に窓の壊れたガラス片による傷害が多かった。この種の傷害は爆心地より少なくとも4000m以内の距離で起り、原子爆弾の爆風によるものであった。熱傷は強烈ではあったが、1秒の何分の1というごく短時間続いた放射熱によるものか、あるいは火災による火傷であった。放射熱の影響は、爆心地から4000mまでは熱傷の形で表われたが、3000m以上の距離では二次性の熱傷はまれであった。放射熱の持続時間が短いため、原爆の直射を受けなかった部分は保護されて、境界の鮮明な熱傷が生じたことが特徴であった。火災による火傷と比較して、放射熱の場合は表在性焼焦が比較的多く深部に達することは少なかった。さらに、放射熱は被爆時に着用していた衣服により、特異な輪郭の熱傷を生じた。それ故着用していた衣服の厚さが異っている場合には熱傷は模様を呈したことが多く、

clothing had been of varying thickness, and when clothing was of a light and dark design, the burns, selectively under the dark portions, often reproduced the design on the skin with remarkable fidelity. The flame burns resulted either from the spontaneous ignition of the clothing by the radiant heat or from the general conflagration that followed the bombing. Most of the early deaths, that is, those occurring within the first ten days, were due to mechanical or thermal injuries.

The injuries from ionizing radiations were theoretically attributable to any or all of the following forms of energy: visible rays, ultraviolet rays, gamma rays and neutrons; the only significant source was direct radiation from the bomb at the time of the explosion. It is thought that induced radiation on the ground or deposition of fission products was insufficient to have had a harmful effect. It is not clear what effect the visible and ultraviolet radiations had on the body as a whole, but reference will be made to possible ocular effects subsequently. Most of the radiation effects were due to neutrons and gamma rays, and what the varying effect was of each is probably of academic interest only. Although the proportion of neutron to gamma rays is known to decrease as a function of distance from the bomb, information on the absolute amounts of energy of each is not publicly available.

It is commonly stated that the spectrum of electromagnetic radiations resulting from the bomb had the same general distribution as that of the sun. The peak effects of the radiation became evident at ten days to two weeks after the bombing and were manifest by epilation, purpura, and drop in white blood count. A host of other symptoms were also frequent (diarrhea, anorexia, fever, and so on), probably attributable to radiation but hard to separate from the results of the unsanitary conditions following the bombing.

The effect of shielding was, of course, of prime importance in determining the type of lesion; no doubt it was responsible in large measure for the

濃淡の柄のあった衣服では熱傷はしばしば濃色の部分の皮膚に選択的に生じて、その柄を極めて忠実に再現した。一方、火傷は、放射熱による衣服の自然発火または原爆投下後の全般的な大火によるものであった。初期の死亡者、すなわち最初の10日間の死亡者の大多数は、機械的傷害か熱傷のためであった。

電離放射線による傷害は理論的には次の種類のエネルギーのいずれか、あるいはそのすべてに起因した。すなわち可視光線、紫外線、ガンマ線および中性子である。有意な線源は爆発時の原爆からの直接放射線のみであった。地上の誘発放射線あるいは核分裂産物の降下は有害な影響を及ぼすには不十分であったと考えられる。可視光線および紫外線の全身に対する影響は明らかではないが、眼に対する影響の可能性について後述する。放射線の影響の多くは中性子とガンマ線によるものであって、それぞれの影響にいかなる相違があったかは恐らく学問上の興味の対象に過ぎない。ガンマ線に対する中性子の割合は原爆からの距離の関数として減少することが知られているが、その各々のエネルギーの絶対量についての資料は発表されていない。

原爆投下の結果生じた電磁放射線スペクトルの全般的分布は、太陽光線と同一であったと普通いわれている。放射線の最大の影響は、原爆10日から2週間後に現われ、脱毛、紫斑および白血球数の減少が生じた。そのほかに各種の症状(下痢、食欲不振、発熱等)が、しばしば認められ、恐らく放射線に起因したであろうが、被爆後の非衛生的な状態のため生じた症状とは区別するのは困難である。

遮蔽の影響は、どんな傷害が生じたかということに最も重要であり、発生した傷害の多様性の大きな原因



diversity of lesions produced. Those who were in the open at the time of the explosion were exposed to radiant heat and ionizing radiation; those who were protected by wooden buildings were not exposed to radiant heat but were exposed to ionizing radiations; while those who were in concrete buildings were relatively protected from both.

The ocular effects of the atomic bombings have already been the subject of numerous publications.\* The first report was apparently that to the Section of Preventive Medicine of the West Kyushu Military District by Matsuoka,<sup>2</sup> ophthalmologist of the Japanese Army rescue squad sent to Hiroshima on August 9, 1945. Of 492 patients within two kilometers of the hypocenter, 453 had conjunctivitis, 3 had burns of the eyelashes, and one had infiltration of the cornea. No lesion of the eye was found attributable to the direct effect of the blast. Case reports of atomic bomb effects on the eye followed by Hata<sup>3</sup> on perforation of the eye with glass and separation of the retina by contusion; by Shoji<sup>4</sup> on cataracts occurring within a few weeks after the explosion and presumably due to the direct effect of the blast; by Ikui,<sup>6</sup> on ectropion of the lid from burns of the face and on concussion cataract; and by Koyama and Sasaki<sup>7</sup> on burns of the cornea and retina. A brief report on the acute effects of the Hiroshima eye casualties was also given by Yoshimoto<sup>8</sup> and Shoji.<sup>4</sup>

The first ocular study of any considerable series was made by Tamura, Ikui, Nakano, Hiwatashi, and Oshio,<sup>9</sup> on patients from the Nagasaki area who were within two kilometers of the hypocenter at the time of the explosion. The acute effects noted were: (1) thermal burns of the eyelids which were remarkable in leaving a minimum of scarring; (2) keratoconjunctivitis lasting only a few days and presumed to be due to ultraviolet radiation; (3) iridodialysis, luxation of the lens, hemorrhages in the retina and

になったことに疑いはない。被爆時、屋外にいた人は放射熱と電離放射線を受けた。木造建造物によって保護されていた人は放射熱は受けなかったが電離放射線を受けた。コンクリート建造物内にいた人は両方から比較的保護されていた。

原子爆弾の眼に対する影響は、既に多数の報告がある。\* 最初の報告は、1945年8月9日広島に派遣された日本陸軍救護班の眼科医であった松岡<sup>2</sup>が、西九州軍管区予防医学課に提出したもののようであった。爆心地より0—1999m にいた492名中、453名に結膜炎、3名に睫毛焼失および1名に角膜浸潤を認めた。原爆の爆風の直接的影響に起因したと認められた眼病変はなかった。眼に対する原爆の影響に関する症例報告としては、その後に畑<sup>3</sup>がガラスによる眼の貫通および挫傷による網膜剝離について報告した。庄司<sup>4</sup>は被爆数週間後に恐らく被爆の直接的影響によって生じたと思われた白内障について報告した。生井<sup>5,6</sup>は顔面火傷による眼瞼外反および震盪性白内障について報告した。小山および佐々木<sup>7</sup>は角膜と網膜の火傷について報告した。広島における眼傷害の急性影響についても吉本<sup>8</sup>および庄司<sup>4</sup>が簡単に報告している。

相当数の症例を扱った最初の眼科的研究は田村、生井、中野、樋渡および大塩<sup>9</sup>が行ない、被爆時に爆心地より2000m以内の長崎地区の患者を対象とした。その結果、次のような急性影響を認めた。すなわち、(1) 眼瞼熱傷——最小限度の瘢痕形成が残ったに過ぎない点が注目された。(2) 角結膜炎——数日間持続したに過ぎずこれは紫外線によるものと考えられた。(3) 虹彩離断、水晶体脱臼、網膜および硝子体出血

\*For the sources of reference in the Japanese literature, we are indebted to Dr. Ikui.

日本の文献収集については生井氏に負うところが多い。

vitreous, and separation of the retina, all resulting from the direct effect of the blast; and (4) injuries by foreign bodies of which glass splinters predominated. Effects coming on 10-14 days after the bombing were noted in patients with radiation sickness and consisted of hemorrhages in the lids, conjunctiva, and retina, and occasionally infiltration and necrosis of the cornea. The retinopathy, consisting of exudates as well as hemorrhages, was especially noteworthy as it was found in 22 of 115 patients on whom ophthalmoscopic examination was done.

These same authors made a patho-histologic study<sup>10</sup> of 48 eyeballs removed from 29 persons who had died 20 to 40 days after the atomic bombing of Nagasaki. Most of them died of bacteremia complicating radiation sickness. Colonies of bacteria were frequently found in the retinal vessels and occasionally free in the retina. The retinal hemorrhages were not remarkable, and it was noteworthy that there was no evidence of disease in the retinal vessels. The white spots which had been seen clinically had their histologic counterpart in cytoid bodies (associated with hemorrhages), collections of white blood cells, colonies of bacteria, and albuminous material. Separation of the retina of slight degree was occasionally found, mainly in the posterior segment but also adjacent to the ora serrata. The choroid was frequently infiltrated with monocytes, plasma cells, and lymphocytes, and contained bacterial colonies in the vessels and free in the tissue. The colonies were sometimes, but not always, associated with cellular reaction. Necrosis of the cornea and adjacent conjunctiva was present in one case. Vacuoles in the equatorial region of the lens were found in six cases, and the nuclei of the equatorial cells which lay beneath the capsule were degenerated in two cases with evidence of swelling and disintegration of a thin layer beneath the anterior and posterior capsules.

While the foregoing study has not been published, six of the specimens from this study were subsequently reported by Schlaegel<sup>11</sup> with the additional observation that there was slight thickening of the posterior capsules. An

ならびに網膜剝離——いずれも被爆の直接的影響の結果であった。(4) 異物による傷害——ガラス片によるものが大多数を占めた。放射線疾患を呈した患者では被爆10日から14日後に眼瞼、結膜および網膜の出血などの影響が現われ、時には角膜の浸潤と壊死があった。出血や滲出物などの網膜変化は、検眼鏡検査を実施した115名の患者の中、22名に認められたことが目立った。

彼等<sup>10</sup>は、長崎で原爆の20日から40日後に死亡した29名から摘出した48眼球について病理組織学的研究を行なった。その大多数は放射線疾患に菌血症を併発して死亡した。細菌集団が網膜血管内にしばしば認められたが、時折り血管外に遊離していた。網膜出血は著明でなく、網膜血管に疾患の徴候がなかったことが注目された。臨床で認められた白斑は組織学的には神経線維の瘤状肥厚(出血を伴う)白血球浸潤巣、細菌塊および蛋白凝固質であった。軽度の網膜剝離が時折り認められ、主として後半部に見られたが鋸状縁の近くにも認められた。脈絡膜にはしばしば単球、形質球およびリンパ球による浸潤があり、脈絡膜血管内および組織内に細菌塊があった。この細菌集団は時には細胞反応を伴っていた。角膜および隣接結膜の壊死は1例に認められた。水晶体赤道部に空胞を6例に認め、水晶体囊下の赤道部細胞の核変性を2例に認め、前後両囊下の薄い層に腫脹および崩壊の形跡があった。

上記の研究は未発表であるが、その中の6標本についてその後 Schlaegel<sup>11</sup> が報告し、水晶体後囊に軽度の肥厚があったとの観察が加えられた。同様な病理組織学的研究が Miura<sup>12</sup> によって行なわれたが、こ

analogous pathohistologic study was made by Miura,<sup>12</sup> but this report was not available to us. A further pathohistologic study has been made by Helenor Wilder.<sup>13</sup>

The only instance of burn of the retina to have been reported is that of Koyama and Sasaki.<sup>7</sup> Their patient was searching the sky at the time of the flash, looking for the airplane. She had no immediate visual symptoms, but 30 minutes later developed severe pain in the eyes, photophobia, and swelling of lids. She was hospitalized for one month but was not seen by an ophthalmologist at that time. The acute symptoms had subsided at the end of the month, and on examination she was found to have symmetrical opacification of the lower half of both corneas and a central scotoma of both eyes, most dense in a ring shape corresponding to the six to eight degree isopters. The fundi at first showed a grayish white zone, one-third the size of the disc, on the temporal side of each macula, and obliteration of the normal paramacular ring reflex. The fundi subsequently cleared up, but the scotomata were permanent.

Benkwith<sup>14</sup> described in detail an instance of retinal hemorrhage with radiation disease, and Hirose<sup>15</sup> found retinal hemorrhages in 62 of 164 patients with presumed radiation sickness. Tanaka<sup>16</sup> reported a staphyloma of the cornea resulting from an ocular injury caused by the atomic bomb and suggested that its pathogenesis was similar to the keloid formation elsewhere in the patient's body. The retinopathy associated with radiation sickness has been described also by Flick,<sup>17</sup> with the additional observation that the changes were reversible.

Up to the time of the present writing no delayed cataracts have been reported in the literature, but one of the patients described in the present manuscript is being currently reported at the Kyushu Ophthalmological Society Meeting (September 23, 1949) by Hirose,<sup>18</sup> and two additional cases of radiation cataract in the present report have been recognized by and called to our attention by Ikui.

の報告書は我々には利用できなかった。さらに Wilder<sup>13</sup> も病理組織学的研究で行なっている。

網膜火傷については、僅かに小山および佐々木<sup>7</sup> の1例の報告があるのみである。この患者は爆発の瞬間、飛行機を探して空を見ていた。本患者にはその直後視力症状はなかったが、30分後に両眼に激痛、羞明および眼瞼腫脹を生じた。1か月間入院したがその際には眼科医の診察を受けなかった。急性症状は月末にはおさまったが、眼科検査で両眼角膜下半部に左右対称的な混濁および両眼等視力線6乃至8度に相当する部分に輪状の中心暗点を認めた。眼底は初めは両黄斑耳側部に視神経乳頭の3分の1程度の大きさの灰白色帯が見られ、黄斑周囲の正常な輪状反射の消失を認めた。その後眼底所見は回復したが暗点は永続した。

Benkwith<sup>14</sup> は放射線疾患を伴った網膜出血の1例について詳細に報告し、広瀬<sup>15</sup> は放射線疾患があったと考えられた164名の患者中、62名に網膜出血を認めた。田中<sup>16</sup> は原爆に起因する眼障害の結果生じた角膜葡萄腫を報告し、その発生機序はこの患者の身体の他の部分に見られるケロイド形成に類似していることを示唆した。放射線疾患に伴って発生した網膜症については Flick<sup>17</sup> も述べており、この変化が可逆性であるとの観察が加えられた。

本稿執筆時までは文献に遅発性白内障の報告はないが、この報告の1例については広瀬<sup>18</sup> が九州眼科学会(1949年9月23日)で発表している。生井はさらに2例の放射線白内障を発見して我々に報告したので本稿に追加した。

**PATIENTS**

The patients were divided into the following classifications:

*Group 1: Survey Cases.* (a) The 1000 patients making up this group were drawn at random from a list in the census files of persons within 2000 meters of the hypocenter and in the "open" at the time of the atomic bomb explosion. The age distribution of this group and the distribution as a function of distance from the hypocenter are presented in Figs. 1 and 2. (b) A supplementary survey was made of all available persons listed at the present time in the ABCC census files as being within 1000 meters of the

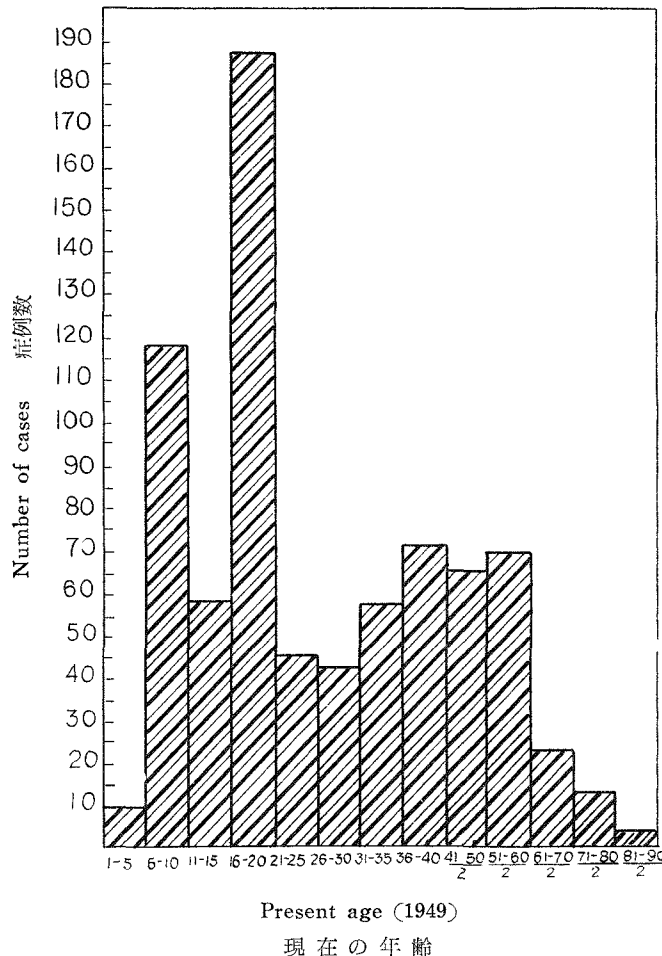
**患 者**

被検者を次の如く分類した。

第1群 調査対象症例：(a) この群を構成する 1000 名は、被爆時に爆心地より 2000m 以内で「屋外」にいた者の人口調査名簿から無作為抽出した。この群の年齢分布および爆心地からの距離の関数としての分布は、図1および図2に示した。(b) ABCCの人口調査記録で爆心地より 1000m 以内で被爆したと記入してある者全員についてでき得る限り補足的調査を実施

FIGURE 1. DISTRIBUTION BY AGE, 2000-METERS SURVEY

図 1 2000m 調査対象群の年齢別分布



hypocenter (exclusive of the 14 patients included in the previous group). This amounted to 231 persons. The distribution as a function of age and distance from the hypocenter is presented in Figs. 3 and 4.

した。但し（前記の群に含めた者14名を除いた）この数は231名になった。年齢および爆心地からの距離の関数としての分布は、図3および図4に示した。

FIGURE 2. EPILATION, 2000-METER SURVEY

図 2 2000m 調査対象群における脱毛

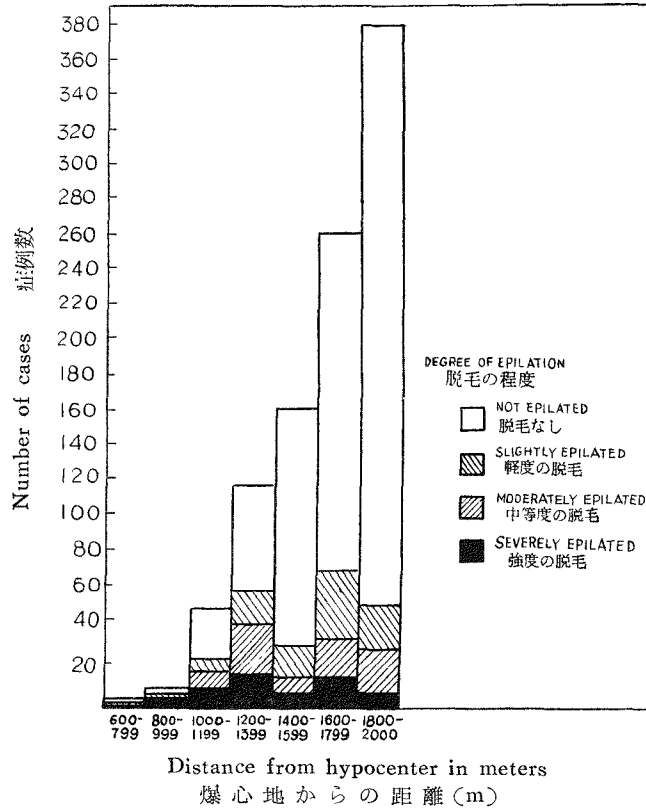


FIGURE 3. DISTRIBUTION BY AGE, 1000-METER SURVEY

図 3 1000m 調査対象群の年齢別分布

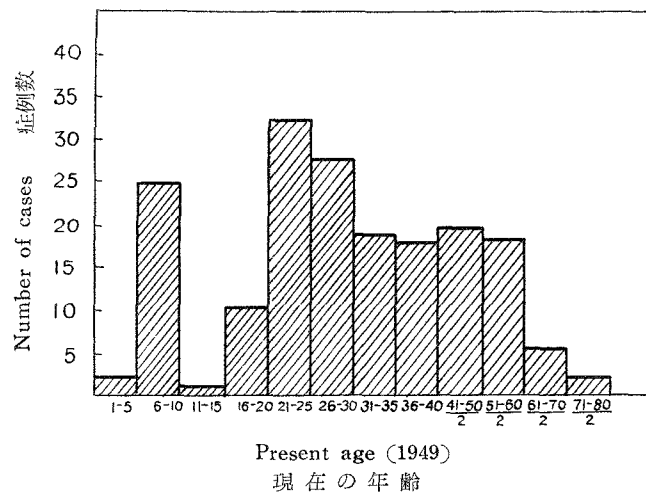
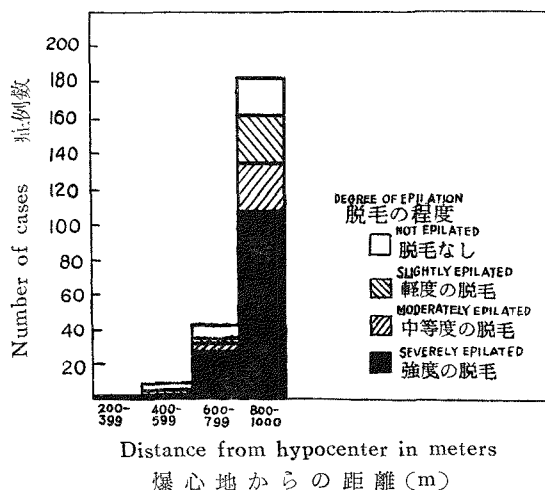


FIGURE 4. EPILATION, 1000-METER SURVEY

図 4 1000m 調査対象群における脱毛



*Group 2: Non-survey Cases.* The patients making up this group were reached by means other than the random sampling of the survey group. Some were reached through local ophthalmologists, some through referrals and from other ABCC clinics, some others through newspaper publicity, and some were called in. From this group were separated those who were thought to have ophthalmologic lesions attributable to the atomic bomb.

第2群 非調査対象症例：この群を構成する者は、調査対象群の無作為抽出以外の方法で連絡した。この中には、地元眼科医を通じて得た者やA B C Cの他の診療所から紹介された者、新聞報道で来所した者、あるいは検査のため来所するようお願いした者もあった。この群からは原爆に起因した眼病変があったと思われた者を区別した。

## RESULTS

## 結 果

### GROUP 1 (a)

### 第 1 群 (a)

Survey of 1000 patients within 2000 meters of hypocenter (including fourteen within 1000 meters).

爆心地より2000m以内の患者1000名の調査 (1000m以内の患者14名を含む)

#### A. Subjective Visual Phenomena

#### A. 自覚的視力障害

Practically everyone was aware of a bright flash of light, likened by many to a magnesium photo-flash, followed, according to most observers, by a period of darkness lasting several minutes. The darkness was described variously as "black cloud," "smoky vision," or "yellow light." A few did not recall seeing the flash but were aware of the subsequent darkness. Despite the darkness, most believed their vision was normal at the time and none gave a description of seeing visual patterns such as might be expected with after-images. It seems likely, therefore, that the

殆んど全員が明るい閃光に気づき、それを撮影用マグネシウム閃光にたとえた者が多い。大多数の者はその後数分間暗くなったと言う。この暗さは「黒い雲が出た」、「煙がかかったように見えた」あるいは「光が黄色に見えた」などと様々に形容された。少数の者は閃光を見たとき記憶していなかったが、その後の暗さを認めていた。この暗さにもかかわらず、多くの人はその時の視力は正常であったと考え、残像のような視覚像を見たと言った人はなかった。したがって被爆後に

darkness described after the explosion was due to atmospheric conditions rather than to a disturbance in the visual apparatus.

Many patients stated that they were blind for some time after the explosion, but in most instances this was due either to swelling of the lids from burns with consequent closure of the eyes, or to keratitis and not to any neuroretinal lesion. However one patient became temporarily blind in association with headache, followed by loss of consciousness ten days after the atomic bomb. The findings in this patient are now entirely normal. Another patient who developed gradual loss of vision, beginning one month after the atomic bomb and progressing to the present, showed advanced optic atrophy. The lesion is presumed to be intracranial and not related to the atomic bomb. One other patient developed difficulty in vision three days after the atomic bomb in association with amnesia and confusion. Three patients in whom the present examination of the eyes revealed no abnormality gave a history of partial loss of vision in both eyes occurring about one month after the atomic bomb and lasting two to four weeks. There was no marked radiation sickness in any of these three, and in only one was there severe epilation and burns.

No patients in the survey group developed permanent central scotomata, although several were allegedly looking in the direction of the bomb at the time of the explosion.

#### B. Keratoconjunctivitis

The number of patients who gave a history of bilateral keratoconjunctivitis, within a few days or a few weeks after the atomic bombing and not obviously caused by trauma or burns, was 56. Of these, 42 gave a history of keratitis (as photophobia, foreign-body sensation, lacrimation, or redness) coming on within the first day and lasting for several hours or several days. These patients were 1200 to 2000 meters from the hypocenter. In none were there permanent sequelae. Discounting a few who believed they had symptoms for as long as a month, the cause

生じたと言う暗さは視覚器の障害によるよりもむしろ気象状態によるものであったように思われる。

多くの患者は被爆後しばらくの間は目が見えなかったと述べたが、これは多くの場合は火傷のため眼瞼が腫脹して両眼が閉塞したこと、あるいは角膜炎によるものであって視神経網膜病変によるものではなかった。ただし、1例では被爆10日後に頭痛が起り一過性の失明を生じ、その後に失神した。この患者の所見は現在では全く正常である。別の1名の患者では被爆1か月後より徐々に視力減退が始まり、それは現在まで続き、進行性視神経萎縮と認められた。この病変は頭蓋内性のものであって原爆に関連がなかったように思われる。そのほか1名は被爆後3日して健忘症および錯乱状態に伴って視力障害を生じた。現在の眼科検査で異常を認めない者のうち3名は被爆約1か月後より両眼の部分的視力喪失が2乃至4週間つづいたと述べた。これらの3名のいずれにも顕著な放射線疾患はなく、1名のみ強度の脱毛および火傷があった。

若干の者は被爆時に原爆の方向を見ていたと述べたが、この調査対象群の中に永続的な中心暗点を生じた者はなかった。

#### B. 角結膜炎

被爆後数日あるいは数週間内に明らかに外傷や火傷に起因しない両眼の角結膜炎を生じた病歴を述べた者は56名であった。この中で42名は被爆当日に角膜炎（羞明、異物感、催涙あるいは発赤）を生じ、数時間あるいは数日間続いたと述べた。これらの者の爆心地からの距離は、1200から2000mであった。永続的な後遺症はいずれの者にも認められなかった。1か月間も症状が続いたと答えた少数の者を除けば、この初期の

of this early and temporary keratitis was presumably the ultraviolet radiation, for a similar history of keratitis is known to result from exposure to other sources of ultraviolet radiation. This is in keeping with the observation of some of the Japanese ophthalmologists who treated such persons within the first few days after the bombing. Presumably there were many more with keratoconjunctivitis from ultraviolet radiation but in whom the ocular symptoms were masked by the thermal injuries.

A history of delayed keratitis was obtained in fourteen cases, symptoms coming on within the first week in eight patients, within the first month in four, and after several months in two. The symptoms lasted from several days to several months. The distances of the three patients from the hypocenter were between 1100 and 2000 meters. In none were there permanent sequelae. How much these cases represent a delayed keratitis due to radiation and how much to other causes cannot be stated with any conviction.

While 56 patients thus gave a history of some sort of keratitis following the atomic bomb as far out as the periphery of the zone studied, it is surprising that there were not sufficiently severe exposures to produce permanent corneal opacities, in view of the severe burns of the face that so many received. Thus, approximately one-quarter of those in the series gave a history of burn of the face with loss of skin and often burn of eyebrows and eyelashes, and yet had normal corneas at the present examination. None had permanent corneal opacities attributable to ultraviolet or infra-red radiation. The reason for this sparing of the eyes is not apparent. The blink reflex would certainly not have been rapid enough. One factor may have been the naturally narrow palpebral fissure in the Japanese with the protective overhanging of the upper lid. It is also conceivable that some measure of protection against the long infra-red rays may have been afforded to the eye, in comparison with the skin, by the fluid film that covers the eye.

一過性角膜炎の原因は恐らく紫外線であったと思われる。なぜなら同様な角膜炎がその他の紫外線源に曝されると生じることが知られているからである。これは原爆直後の数日間患者の治療に当たった数名の日本人眼科医の観察に一致する。紫外線によって角結膜炎を生じた者は恐らくもっと多いと思われるが、熱傷のため眼症状がかくされていたのであろう。

遅発性角膜炎の病歴が14名に得られ、症状の発生は8名が1週間以内、4名が1か月以内、2名が数か月後で、症状は数日から数か月間持続した。3名の患者の爆心地からの距離は1100と2000mの間であった。永続的な後遺症はいずれの患者にも認められなかった。これらの症例のどれだけが放射線による遅発性角膜炎を示すものであるか、またどれだけがその他の原因による遅発性角膜炎を示すものであるかは正確には言えない。

このように56名が被爆後に何等かの角膜炎を生じた病歴を述べたがこの中には調査対象地域の周辺部にいた者も含まれる。しかし強度の顔面火傷を受けた者が非常に多いにもかかわらず、永続的な角膜混濁を生じる程度の傷害がなかったことは驚くべきことである。調査対象者の約4分の1が皮膚の脱落およびしばしば眉毛と睫毛の消失を伴う顔面火傷の病歴を述べたが、現在の検査では角膜は正常であった。紫外線および赤外線に起因した永続的角膜混濁を生じた患者はなかった。眼傷害がこの程度に回避された理由は明らかではない。瞬目反射の早さは十分でないことは確かである。一閃としては、日本人の眼瞼裂が生来狭く、上眼瞼が下っているため保護されたと考えられる。皮膚と比較して、眼には液体膜があるために長い波長の赤外線に対してある程度の保護があったかも知れないと考えられる。



It is also noteworthy that no case was found showing evidence of xerosis of the cornea or conjunctiva such as is occasionally found following severe x-ray or gamma ray exposure.

### C. Lens Changes

Abnormalities of the lenses were noted in 81 persons, in none of whom were the findings considered to be due to radiation. In four additional persons there were abnormalities of the posterior capsule or adjacent cortex which, while thought not to result from radiation, were considered to show morphologic changes that suggested the radiation type. In none of the persons in the 1000-2000 meter survey series was an unquestionable case of radiation cataract found.

Of the 81 persons with lenticular abnormalities, 38 had senile cataracts of the predominantly cortical type, and 12 of the predominantly nuclear type; 18 had isolated opacities in the embryonic nucleus or outlining the Y sutures; 8 had coronary cataracts; 5 had one or more bluish, lacelike opacities situated on, or in the embryonic nucleus; 3 had lamellar cataracts; one had a unilateral posterior polar cataract in association with high myopia; one had a unilateral collar button cataract in association with an old lesion of the cornea; one had congenital cataracts with microphthalmia; and one had a congenital white membrane on the anterior capsule.

The characteristic changes that make up radiation cataracts will be discussed subsequently. The fact that none occurred in this series suggests that the frequency at present is less than one in a thousand. It is entirely possible, however, that some of this same group will develop cataracts in the future, as it is well known that the latent period for radiation cataracts may be a decade or longer.

The absence of exfoliation of the lens capsule may also be noteworthy in view of the large amount of infra-red radiations to which the eyes of some of the patients must have been exposed.

強度の x 線あるいはガンマー線照射を受けた後で折り認められるような角膜あるいは結膜乾燥症の徴候を示す症例が認められなかったことも注目される

### C. 水晶体の変化

水晶体の異状は81名に認められたが、放射線によると考えられたものはなかった。ほかの4例に水晶体後囊あるいは隣接水晶体皮質の異状があり、それは放射線によるものではないと考えられたが放射線による変化を示唆する形態学的変化を示していると思われた。1000—2000m調査対象者には明白な放射線白内障症例は認められなかった。

水晶体異常のある81例の中38名に老人性皮質白内障、12名に老人性核白内障、18名に胎生核の中、あるいはY形放射線に沿った散在性混濁、8名に冠状白内障、5名に胎生核の表面あるいは中に1個またはそれ以上の青みを帯びたレース状混濁、3名に層板性白内障、1名に高度の近視を伴う一側性後極白内障、1名に古い角膜病変を伴う一側性カラーホタン状白内障、1名に小眼球症を伴う先天性白内障、1名に水晶体前囊に先天性の白膜があった。

放射線白内障の特徴的な変化については後述するかこの調査対象群で放射線によると思われる白内障が1例も認められなかった事実は、現在の頻度が $\frac{1}{1000}$ 以下であることを示唆する。ただし放射線白内障の潜伏期は10年またはそれ以上かも知れないことが知られているので、この中の若干名が今後白内障を生じることがありうると思われる。

患者の中には、両眼に大量の赤外線を受けた者が若干あることを考えると水晶体後囊剝脱がなかったことも注目されるかも知れない。

#### D. Neuroretinal Lesions

No lesions were found in the fundus which were thought to have been directly related to the atomic bomb. Two persons, of 75 years and 60 years respectively, had degeneration of the central retina, but neither person had been looking at the sky at the time of the explosion and only one of them had symptoms of radiation sickness and epilation. They were thought to have senile macular degeneration. A third patient with normal visual acuity had some mottling of the central portions of the fundus. One patient gave a history of intermittent amblyopia beginning before the atomic bomb explosion, but the objective findings were normal

One patient had a unilateral hole of the macula in association with high myopia, and three patients had evidence of an old chorioretinitis. Only eight patients had hypertensive and arteriosclerotic changes in the retinal vessels, and in all of these the changes were mild; none had a vascular retinopathy. Two had a bilateral optic atrophy, due in one case to methyl alcohol poisoning\* and of undetermined cause in the other but presumably associated with an intracranial lesion. One patient had a unilateral optic atrophy and aberrant regeneration of the third nerve following a perforating injury of the cheek. One patient had a vertical and horizontal nystagmus following cerebral concussion. These last two cases were the only ones attributable to the atomic bomb.

#### E. Miscellaneous Ocular Findings

While of doubtful significance in reference to the atomic bomb, the following abnormalities were noted in the survey patients and are included here merely for the sake of completeness.

*Trichiasis unassociated with entropion*: 14 cases.

---

\*This patient stated that when the atomic bomb struck Hiroshima he felt the end of the world was at hand and consequently decided to make his exodus in as pleasant a frame of mind as possible. Hence he took a large amount of alcohol.

本例の患者は、原爆が広島で炸裂した時、世界の終りを感じ、できるだけ愉快に過ごそうと決心して多量のアルコールを摂取した。

#### D. 視神経網膜病変

原爆に直接関係があると思われた眼底病変は認められなかった。75才と60才の患者2名に中心性網膜変性があったが、いずれも被爆時に空を見ておらず、1名のみ放射線疾患の症状および脱毛が認められた。いずれにも老人性黄斑部変性があると思われた。第3の患者は、視力は正常であったが、眼底中央部に若干の斑点形成があった。1例は原爆投下前より始まった間欠性弱視の病歴を述べたが、他覚的所見は正常であった。

1例では1眼に高度の近視に伴って、黄斑部に孔があり、3名に古い脈絡網膜炎の徴候があった。8名の患者のみに網膜血管の高血圧性動脈硬化性変化があったが、そのいずれでもこの変化は軽度で血管性の網膜症はなかった。2名に両眼視神経萎縮があり、1例ではメチルアルコール中毒のためであり、\*他の例では原因は不明であったが恐らく頭蓋内病変に関連したものであると思われた。1例では頬の貫通創についておこった一側性視神経萎縮および第3神経の迷走性再生があった。1名では脳振盪の後に生じた水平および垂直眼振があった。最後の2例のみが原爆に起因したものであった。

#### E. その他の眼所見

原爆との関係の有否性は疑わしいが、下記の異常が調査対象患者に認められ、完全な報告を行なう意味でここに述べる。

外反を伴わない睫毛乱生：14例

Thirteen of these patients were children and the trichiasis was associated with considerable epiblepharon in all cases. The lashes of the inner aspects of the lower lids were usually the ones responsible and therefore caused contact with the cornea when the eye was adducted. Only in two of the patients was there also involvement of the lashes of the upper lids. In three patients there was considerable keratitis epithelialis and some pannus formation in the lower inner angle of the cornea, but it was noteworthy that the trichiasis had caused surprisingly little subjective disturbance.

*Ptosis* (unilateral): 1 case.

*Dacryocystitis*: 2 cases.

*Trachoma* (quiescent and active): 13 cases.

As the palpebral conjunctiva was not examined in all patients, it is probable that many more had trachoma than is here indicated.

*Pterygium*: 12 cases.

*Inflamed pingueculum*: 3 cases.

*Keratitis* (inactive), type unspecified: 16 cases.  
Herpetic: 1 case; phlyctenular: 1 case; traumatic: 3 cases; interstitial: 4 cases; epithelialis: 2 cases; ophthalmia neonatorum: 1 case.

*Miscellaneous corneal abnormalities*: one case each of white ring of cornea, senile marginal thinning, microcornea, and crocodile shagreen to posterior surface of cornea.

*Argyll Robertson pupils*: 1 case.

*Albinism*: 1 case.

*Persistent hyaloid remnant*: 1 case.

*Asteroid hyalitis*: 2 cases.

*Phthisis bulbi*: 1 case.

*Myopia*: No record of the presence or absence of myopia was kept for the entire survey group, but in a sample of 155 cases unilateral myopia was found once, bilateral myopia of 1.00 to 3.00 diopters was found in 7 (4.5 percent) and of

この中、13名は子供であった。全例に睫毛乱生はかなりの副眼瞼を伴っていた。下眼瞼内側の睫毛が主としてその原因であって、眼を内転させた時に角膜と接した。2名の患者のみに上眼瞼にも認められた。3名にかなりの程度の上皮性角膜炎と角膜の内側下部にある程度のパンヌス形成があったが、睫毛乱生のための自覚的障害が驚く程僅かであったことが注目された。

眼瞼下垂(側性): 1例

涙嚢炎: 2例

トラコーマ(停止性および活動性): 13例

全被検者について眼瞼結膜を検査しなかったのだから多くの患者にトラコーマがあり得ると思われる。

翼状贅片: 12例

結膜脂肪斑炎症: 3例

角膜炎(非活動性)

病型不詳 16例, 疱疹性角膜炎 1例, フリクテン性角膜炎 1例, 外傷性角膜炎 3例, 深部角膜炎 4例, 上皮性角膜炎 2例, 新生児眼炎 1例

その他の角膜異常

角膜白色輪, 老人性辺縁希薄化, 小角膜, および角膜後面のわに皮状不整形がそれぞれ1例

反射性瞳孔硬直: 1例

白色症: 1例

硝子体管遺存: 1例

星芒硝子体炎: 2例

眼球癆: 1例

近視: 全調査対象群について近視の有無を記録しなかったが、155例の標本中、一側性近視が1例、1.00から3.00ジオプリーの両眼近視が7例(4.5%), 3

3-14 diopters in 4 (2.5 percent). Thus the incidence of myopia greater than one diopter was found for this small group to be of the order of 7 percent.

#### F. Non-ocular Findings

Observation was made on patients of the survey series as to burns of the face, epilation, and radiation sickness. Some burn of the face occurred in 394 patients, with loss of the skin of face in 256. Burns of the lids occurred in a considerable, although undetermined, number of these patients. Yet the residual scarring of the lids and of the face was surprisingly slight. Ectropion of the lids was found in four patients only. Practically all of the burns were of the flash type and presumably had shown considerable charring without deep penetration.

Epilation, for our purposes, means loss of head hair, eyebrows or eyelashes and may have been an immediate occurrence resulting from heat or a delayed occurrence (usually 10 to 18 days) resulting from the ionizing radiations. It may, of course, be both immediate and delayed owing to the conjoint effect of thermal and ionizing radiations, but in this case the delayed effect would be obscured by the immediate burns. Immediate burns of the head with loss of scalp hair, eyebrows, or eyelashes were noted in approximately 200 patients. In many, only the eyebrows and eyelashes were burned. Delayed epilation of the scalp hair was recorded as partial in 160 cases and practically complete in 65 cases (Fig. 2). Delayed epilation of the eyebrows occurred in 22 cases and of the cilia in 16 cases. The duration of the epilation in the cases in which it was complete varied from several weeks to six months. No correlation was found between the duration of the epilation and the distance of the patient from the hypocenter.

While the entity of radiation sickness is well defined, it is not easy to separate some of its manifestations from infections not necessarily associated with radiation. Thus, anorexia, malaise, nausea, vomiting, diarrhea, fever, and

から14ジオプトリーの両眼近視が4例(2.5%)認められた。1ジオプトリーより強度の近視の発生率はこの小数の群では7%程度であると認められた。

#### F. 眼以外の所見

調査対象群の患者について、顔の火傷、脱毛および放射線疾患の観察を行なった。394名にある程度の顔面火傷があり、256名に顔の皮膚脱落が見られた。このうちで眼瞼火傷のあった者の数は不確実であるがかなりの人数であった。しかし、眼瞼および顔の瘢痕は驚く程度であった。眼瞼外反は4例のみに認められた。殆んどすべての火傷は放射熱のためであって、かなりの焼焦があったが恐らく深部まで達しなかったと思われる。

我々の定義では、脱毛は頭髪、眉毛あるいは睫毛の喪失を意味し、それは熱の直接的影響かあるいは電離放射線の遅発的影響(通常は10日から18日目)としておこったと考えられる。勿論熱線と電離放射線との共同影響による直接的および遅発的影響であったかも知れないが、この場合、遅発的影響は直接的火傷のため不明確である。頭髪、眉毛あるいは睫毛の喪失を伴う頭部の直接的火傷は約200例で認められた。多くの者では睫毛あるいは眉毛のみが焼失していた。頭髪の遅発性脱毛としては、160例に部分的脱毛、65例に殆んど完全な脱毛があったことを記録した(図2)。眉毛の遅発性脱毛は22例に起り、睫毛の遅発性脱毛は16例に生じた。完全脱毛の認められた症例における脱毛期間は、数週間から6か月の間であった。脱毛期間と患者の爆心地からの距離の間に相関関係は認められなかった。

放射線疾患の実体は十分に定義されてはいるが、その症状の中には、放射線と必ずしも関連していない感染の症状を容易に区別出来ないものがある。放射線疾患の実体を構成する食欲不振、倦怠感、悪心、嘔吐、

even petechiae which, along with reduction in the white blood cell count, make up the entity of radiation sickness may result from such unsanitary conditions as prevailed following the atomic bombing and are not necessarily due to the radiation. Without, therefore, knowledge of the white blood cell count during the critical few weeks following the bombing, it seems futile to attempt any evaluation at this late date of the presence or severity of the radiation sickness. Suffice it to say that approximately one-half of the surveyed persons gave a history of fever and gastrointestinal disturbances and approximately one-tenth gave a history of petechiae at some time during the first few weeks following the bombing.

#### GROUP 1 (b)

Survey of 231 patients within 1000 meters of the hypocenter, comprising the total available number of persons listed at present in the ABCC census files as having been in this area at the time of the explosion (exclusive of the fourteen included in the previous group).

##### A. Subjective Visual Phenomena

Of the patients in whom the objective findings were normal, 25 stated that they had impaired vision at, or within a few weeks following, the time of the explosion, but in only two cases was this thought to be significant in respect to the atomic bomb. The complaints of the others were thought to be due to presbyopia, myopia, senile cataracts, or senile macular degeneration, having no causal connection with the atomic bomb. Of the two patients who were thought to have had visual complaints attributable to the atomic bomb, one had poor vision with "black clouds" before the eyes, and one complained of "red vision." In both instances, the visual difficulty had come on approximately three weeks after the bombing in association with radiation sickness (fever, pharyngitis, and petechiae) and the complaints of both are presumed to have been caused by retinal and vitreous hemorrhages.

下痢、発熱および点状出血さえも白血球数減少と共に、被爆後の非衛生的状態の結果として生じたものかも知れず、必ずしも放射線によるものではない。したがって、被爆後数週間の危険期における白血球数についての知識がなければ、放射線疾患の存在あるいは程度について現在の如き後になって評価を試みるのは無駄なように思われる。ここでは単に被検者の約半分が被爆後の最初の数週間内に発熱および胃腸障害があったと言い、約10分の1が点状出血があったと言ったことを記述するに留める。

#### 第 1 群 (b)

爆心地より1000m以内の患者 231 名の調査で、これは A B C C 人口調査記録に被爆時にこの地域内にいたと記入されている者全員である。(但し前記の群に含めた14名を除く)

##### A. 自覚的視力障害

現在の他覚的所見が正常であった者の中、25名が被爆時あるいはその後数週間内に視力障害があったと述べたが、その中の2名のみはその障害と原爆との間に有意な関係があると考えられた。その他の者の主訴は老眼、近視、老人性白内障あるいは老人性黄斑変性によるものと考えられ原爆との因果関係はなかった。原爆に起因した視力の主訴があったと考えられた2名の中、1名には目の前に「黒い雲」がかかったような視力障害があり、他の1名は「赤く見えた」と訴えた。両例において、視力障害は被爆後約3週間して放射線疾患(発熱、咽頭炎および点状出血)に併発したもので、2例共網膜および硝子体出血が原因であったと考えられる。

### B. Keratoconjunctivitis

Five patients stated they had symptoms of bilateral keratitis (photophobia, lacrimation, foreign-body sensation) coming on within the first day after the explosion, and lasting two or three days. These were presumably due to ultraviolet radiation. In one other patient with similar symptoms the condition lasted three weeks, but inasmuch as this patient also had extensive burns of the face it was possibly a thermal injury rather than abiotic. Six patients also gave a history of keratitis coming on 3 to 4 weeks after the explosion and lasting for several days (in one patient) or one or more months (in the other patients). All of these patients had symptoms of radiation sickness, and the cause of the keratitis was presumably the ionizing radiations.

### C. Lenses

Abnormalities of the lenses were noted in 20 patients of this series. Eight had senile cortical cataracts. Seven had congenital opacities situated in the lens nucleus; one had an anterior polar opacity; one had several vacuoles in the anterior cortex; and five had posterior capsular cataracts which were believed to have been caused by radiation from the atomic bomb. These latter will be discussed subsequently, together with the cases of radiation cataract in Group 2.

Five additional patients showed changes in the posterior capsules suggestive of the radiation type, but the changes were not sufficiently definite at the time to justify the diagnosis of radiation cataract. One patient had minimal posterior cortical opacities in the axial region of both eyes, with two vacuoles beneath the anterior capsule of the right eye. This patient had had no radiation sickness but did have complete epilation of scalp hair beginning, allegedly, three months after the atomic bomb and lasting three months. It seems altogether likely that this is an instance of incipient radiation cataract. Another patient showed a faint

### B. 角 結 膜 炎

被爆後の最初の日の中より両側性角膜炎の症状（羞明、催涙および異物感）が、2日から3日続いたと5名の患者が述べた。これらは恐らく紫外線によるものと思われた。同様な症状を示した他の1名の患者ではその症状は3週間続いたが、この患者には広範囲な火傷が顔にあったのでその症状は角膜変性というよりも恐らく熱傷によるものであった。6名の患者は被爆3乃至4週間後に角膜炎が生じたと述べ、その中1名では数日間続き、そのほかでは1か月以上続いた。これらの患者すべてに放射線疾患の症状があり、角膜炎の原因は恐らく電離放射線であった。

### C. 水 晶 体

水晶体の異常はこの群で20名の患者に認められた。8名には老人性皮質性白内障があった。7名には水晶体核の先天性混濁、1名には前極混濁、1名には前皮質に若干の空胞、5名には原爆の放射線が原因と思われる水晶体後嚢性白内障があった。これらの症例は第2群の放射線白内障例と合わせて後述する。

さらに5名の患者に放射線による病変を示唆する水晶体後嚢変化があったが、放射線白内障と診断するには十分に決定的な所見はなかった。1名の患者には両眼の軸部に極く軽微な後皮質混濁があり、右眼の水晶体前嚢下に2つの空胞もあった。本患者には放射線疾患はなかったが、その話では、被爆3か月後より完全な脱毛が始まり3か月間続いた。これが初期白内障例でありうると思われる。他の1名の患者には右眼の1mmの範囲に微かな軸性混濁があり、右眼の水晶体後嚢直前に2つの閃輝性反射（恐らく空胞と思われる）

axial opacity in the right eye over a 1 mm zone with two scintillating reflections (possibly vacuoles) just in front of the posterior capsule of the right eye. The anterior capsule was normal. The left eye, which apparently had an injury or ulcer of the cornea, showed an opacity of the lower nasal quadrant of the corner and a posterior synechia, but the lens was clear. The patient had had no radiation sickness but had been almost completely epilated for four months. This is also thought to be a possible instance of early radiation cataract but, if true, the unilaterality of the posterior capsular opacity is surprising. Three patients showed either haziness and irregular reflexes from the posterior capsule or a few subcapsular vacuoles that were thought to be borderline abnormalities. These patients will be examined again at a later date.

#### D. Neuroretinal Lesions

Two patients in this group had bilateral macular degeneration and one had unilateral macular degeneration. One other patient had a unilateral coloboma of the choroid; one patient had retinitis pigmentosa; one patient had optic atrophy of undetermined origin; and three patients had mild hypertensive and arteriosclerotic changes in the retinal arteries.

#### E. Miscellaneous Ocular Findings

Four patients in this group were noted to have shown trachoma and one patient had had a perforating injury of the eyeball.

#### F. Non-ocular Findings

Burns of the face which were sufficiently severe to result in loss of skin occurred in only ten patients of this series. In the two-kilometer survey group the incidence of comparable burns was more than five times as great, a difference which is undoubtedly explained by the fact that almost all of the survivors within the one-kilometer range had some form of shielding from the thermal effects of the bomb.

On the other hand, the percentage in the one-kilometer group who were epilated was much

もあった。水晶体前囊は正常であった。左眼には角膜の損傷あるいは潰瘍があるように思われ、角膜の鼻下側4分の1に混濁を認め虹彩後癒着もあったが、水晶体は正常であった。本患者には放射線疾患はなかったが、4か月間殆んど完全な脱毛を呈した。これもまた初期白内障の可能性があると考えられるが、それが事実であるなら水晶体後囊混濁の側性発現は驚くべきことである。3名の患者には水晶体後囊の不鮮明又は不整な反射、あるいは水晶体囊下の少数の空胞があり、それは極く軽微な異常と考えられた。これらの患者は後日再検査する。

#### D. 視神経網膜病変

この群の中2名の患者に両側性黄斑部変性があり、1名に側性黄斑変性があった。他の1名に側性脈絡膜欠損、1名に色素性網膜炎、1名に原因不確定の視神経萎縮、3名に網膜動脈の軽度の高血圧性動脈硬化性変化があった。

#### E. その他の眼所見

この群の中4名の患者にトラコーマが認められ、1名は眼球に貫通性傷害があった。

#### F. 眼以外の所見

皮膚脱落を生じる程強度な顔面火傷は、この群では10名のみに見られた。2000m調査対象群では、その他の群に比べて同程度の火傷の発生率は5倍以上も大きい。この差は1000m以内の被爆生存者の殆んどすべてが原爆の熱効果に対してある種の遮蔽があったという事実によって説明されるであろう。

他方において、1000m群では脱毛した者の百分率は2000m群よりも高い(図4参照)。1000m群では60%

greater than in the two kilometer group (see Fig. 4). Sixty percent were recorded as completely epilated in the one kilometer group, but only slightly more than 4 percent for the two-kilometer group. The duration of the epilation in those in whom it was said to have been complete was less than one month in 8; from one to two months in 25; from two to five months in 49; from five months to one year in 18; and, allegedly, longer than one year in 12. The duration was not known in 9.

The difficulty in evaluating radiation sickness has already been discussed. Of the 231 patients in this series, 205 gave a history of delayed malaise, gastrointestinal symptoms, or pharyngitis, which might be interpreted as radiation sickness. One hundred and nineteen gave a history of petechiae coming on within the first few weeks after the explosion.

## GROUP 2

This was made up of persons who were reached through local ophthalmologists, through newspaper publicity, or through hearsay. It is, therefore, a highly selected group, and the incidence of disease in this series gives no indication of the frequency in the population at large. In only a small number was there thought to be any causal connection with the atomic bomb.

The cases seen who gave no history or findings suggestive of association with the atomic bomb are listed according to diagnosis as follows:

*Normal*: 101.

*Lids and lacrimal apparatus*: Dacryocystostenosis: 1; ectropion (upper lid): 1; trichiasis (epiblepharon): 4; trichiasis (trachoma): 1; chalazion: 1; trachoma (active): 3; vernal conjunctivitis (lids): 3.

*Extraocular muscles*: Nystagmus: 2; strabismus: 3; chronic progressive ophthalmoplegia externa: 2.

は完全に脱毛したと記録されているが2000m群ではその数は4%を僅かに上廻る程度であった。完全に脱毛していたと云った人の脱毛期間は、8名が1か月以下、25名が1か月から2か月、49名が2か月から5か月、18名が5か月から1年、12名は1年より長かったと述べた。9名の期間は不明であった。

放射線疾患を評価することの困難なことは既に論じた。この群の231名の中で205名は遅発性の倦怠感、胃腸症状あるいは咽頭炎の病歴を述べたが、それらは放射線疾患と解釈されるかも知れない。119名は被爆後の最初の数週間中に、点状出血が生じたと述べた。

## 第 2 群

この群は地元の眼科医、新聞の報道あるいは巷間の風聞によって連絡した人からなつた。したがって、これは極めて選択的な群であり、この群の疾病発生率は全体の人口における疾病の頻度を示すものではない。原爆との関係があると思われたのはごく少数であった。

被検者の中で原爆との関連を示唆した病歴や所見がなかったものを診断別に次に示す。

正 常 101

眼瞼および涙管

涙管閉鎖症 1, 外反(上眼瞼) 1, 睫毛乱生(副眼瞼) 4, 睫毛乱生(トラコーマ) 1, 霰粒腫 1, トラコーマ(活動性) 3, 春季結膜炎(眼瞼) 3

外 眼 筋

眼 振 2, 斜 視 3,  
慢性進行性外眼筋麻痺 2



*Conjunctiva and cornea*: Catarrhal conjunctivitis: 3; vernal conjunctivitis(bulbar): 1; rupture, Descemet's membrane (birth): 1; interstitial keratitis: 5; phlyctenular keratoconjunctivitis: 1; leucoma: 1; sclerokeratitis: 1.

*Lens*: Senile cataract: 4; diabetic cataract: 1; coronary cataract: 1; nuclear sclerosis: 1; secondary cataract: 1; congenital cataract: 1; exfoliation of lens capsule: 1.

*Retina and optic nerve*: Central serous retinopathy: 1; macular degeneration: 1; separated retina: 2; retinitis proliferans (Eales' disease): 1; retinitis pigmentosa: 3; retinitis punctata albescens: 1; optic atrophy (probably methyl alcohol): 2.

#### *Uvea*:

Iritis: 3; uveitis: 1; Harada's disease: 1.

*Eye as a whole*: Ametropia: 16; chronic glaucoma: 2; phthisis bulbi: 1; congenital microphthalmos: 2.

The patients in the non-survey group who were believed to have had lesions resulting from the atomic bomb are discussed in the following paragraphs, arranged according to the headings used in the description of the survey cases. It should be borne in mind that the evidence that the lesions in this group were in fact due to the atomic bomb depended on time relationships and morphologic characteristics, rather than on comparative statistics.

#### A. Subjective Visual Disturbance

The only patient falling into this category in the non-survey series was a 30-year-old man who was on the sixth floor inside a concrete building 450 meters from the hypocenter at the time of the explosion. Except for a mild burn of the ear, he had no symptoms until approximately three weeks after the explosion, when he became blind. At the same time he developed profound epilation and radiation sickness (including petechiae). His vision

#### 結膜および角膜

カタル性結膜炎 3, 春季結膜炎(眼球性) 1, テスメー膜破裂(出生時) 1, 深部角膜炎 5, 小水泡性角結膜炎 1, 白斑 1, 鞏角膜炎 1

#### 水晶体

老人性白内障 4, 糖尿病性白内障 1, 冠状白内障 1, 水晶体核硬化 1, 二次性白内障 1, 先天性白内障 1, 水晶体囊剝脱 1

#### 網膜および視神経

中心性漿液性網膜症 1, 黄斑変性 1, 網膜剝離 2, 増殖性網膜炎(Eales病) 1, 色素性網膜炎 3, 白点状網膜炎 1, 視神経萎縮(恐らくメチルアルコールによる) 2

#### 葡萄膜

虹彩炎 3, 葡萄膜炎 1, 原田病 1

#### 眼全体

非正視 16, 慢性緑内障 2, 眼球癆 1, 先天性小眼球 2

原爆に起因した病変があると考えられた非調査対象群の患者について調査対象群の場合と同じ順序で述べる。この群における病変が事実上原爆によるものであったという証拠は、比較統計によるよりもむしろ時間的関係および形態学的特徴によるものであったことに留意する必要がある。

#### A. 自覚的視力障害

非調査対象群でこの分類に入る唯一の患者は30才の男で、被爆時に爆心地より450mのコンクリート建造物の6階にいた。耳の軽度の火傷を除いては被爆後約3週間経過するまで本患者には症状がなかったが、その時、目が見えなくなると同時に強度の脱毛および放射線疾患(点状出血を含む)を生じた。視力は2か月

gradually returned two months later. At the time of the present examination, vision was 20/30 O.U. and the only objective findings were the presence of flocculent opacities in the lens having a lamellar distribution similar to that seen with congenital cataracts.

The cause of blindness in this patient is not evident, but it was obviously part of the radiation syndrome. The present cataracts are considered unrelated to the rest of the condition since similar changes are seen not infrequently in Japanese persons, and there were no changes in the posterior capsule such as occur with radiation cataracts.

#### B. Keratoconjunctivitis

While several patients in the non-survey group gave a history of a transient keratitis following the atomic bombing, only one showed residual opacities of the cornea thought to be attributable to it. This patient, previously reported by Koyama and Sasaki,<sup>7</sup> was a 23-year-old girl who was 2000 meters from the hypocenter gazing into the sky at the time of the explosion. She was knocked down by the blast but does not remember any visual disturbance until 30 minutes later when her lids became swollen from burns of her face and she could not see. For several days she had pain in the eyeballs, and the photophobia was severe. She was hospitalized for a month and the photophobia disappeared, but she was not examined by an ophthalmologist. She had no epilation, diarrhea, or fever. When examined two months after the bombing, she was found to have symmetrical opacities of the lower halves of both corneas. The distribution of the opacities was likened to a mountain with a rounded, sharply demarcated upper edge extending into the pupillary area and a less well defined lower edge. The pupils were round, and the lenses were clear. The retina and visual fields showed abnormalities to be described subsequently.

The patient was examined by us four years after the bombing and showed superficial and deep opacities in the lower portions of both

後に徐々に回復した。現在の検査時には視力は両眼 20/30 であり、唯一の他覚的所見は水晶体における絮状混濁で、先天性白内障と同様な薄膜分布があった。

本患者における失明の原因は明らかではないが、明らかに放射線症候群の一部であった。現在の白内障は他の症状と無関係であると考えられる。というのは同様な変化が日本人にはまれてはいないし、放射線白内障に伴って生じるような水晶体後囊の変化が認められないからである。

#### B. 角結膜炎

非調査対象群で数名の患者が被爆後に生じた一過性角膜炎の病歴を述べたが、1名のみがそれに起因したと考えられた角膜の残留混濁を示した。本患者は以前に小山および佐々木<sup>7</sup>によって報告された。これは23才の女性で、被爆時には爆心地より2000mで空を見ていた。爆風によって倒れたが、30分後に顔面火傷のため眼瞼が腫脹して見えなくなるまでは視力障害のあったことを記憶しない。数日間眼球に疼痛があり、羞明は強度であった。1か月間入院して羞明は消失したが、眼科医の検査は受けなかった。脱毛、下痢あるいは発熱はなかった。被爆後2か月して検査を受けた時両眼角膜の下半部に対称性混濁が認められた。混濁の形は山のように上縁が円形で輪郭は明瞭で瞳孔部に及び、下縁の輪郭は少し不鮮明であった。瞳孔は円形で、水晶体は澄んでいた。網膜および視野は、後に述べるような異常を示した。

我々は被爆4年後に本患者を検査し、両眼角膜下部に表在性および深部混濁を認めた。それは肉眼的には

corneas. They could just be seen grossly as patchy opacities but were conspicuous by slit-lamp examination. In other respects the eyes were normal.

### C. Lens Changes

Ten cases of cataracts thought to be caused by ionizing radiation were seen. Five were patients in the 1000-meter survey series. Two, including one in the survey group, were referred to us by Dr. Ikui and one by Dr. K. Hirose.\* Two other patients were seen by us because of their complaints of failing vision (one was an employee of the ABCC!), and the tenth person, who had no visual complaint, was called in because she was known to have been with one of the other nine at the time of the explosion.

Nine of the patients were exposed at Hiroshima and one at Nagasaki. All were said to have had normal visual acuity prior to, and for some time after, the bombing. Seven were males and three were females. The ages at the time of the exposure were 13 to 55 years. All were within 550 to 950 meters of the hypocenter at the time of the explosion. Three were standing together in the forward part of a street car. Four were in wooden houses roofed with tile. One was crouching behind a wooden building; one was walking in the street, shielded by the plastered wall of a building; and one is not known to have had any shielding. Two had thermal burns of the profile type (that is, from radiant heat); all had epilation of the head after a latent period of one to four weeks, with complete baldness lasting three to five months. Six had vomiting on the day of the explosion, and eight had symptoms one to three weeks after the explosion consisting of fever and malaise; five had vomiting and diarrhea and five had petechiae. One developed a sloughing lesion of the buccal mucosa and another a localized necrosis of the cheek with perforation. Whether

やっと斑状混濁として見えるのみであったが、細隙灯検査では顕著であった。その他の点では眼は正常であった。

### C. 水晶体の変化

電離放射線によると思われる白内障を10例認めた。その中の5例は1000m調査対象群の患者であった。調査対象群の1名を含めた2名は生井が紹介し、1名は広瀬金之助氏\*が紹介した。他の2名の患者(そのうちの1人はABC Cの職員であった)は視力減退という主訴のために検査し、10人目の患者は、視力上の主訴はなかったか、被爆時に他の9名の中の1名と一緒にいたことが判明したので検査を行なった。

9名は広島 of 被爆者であり、1名は長崎の被爆者であった。いずれも被爆前においてあるいは被爆後も多少の間は視力は正常とのことであった。7名が男性で、3名が女性であった。被爆時年齢は13才から55才であった。いずれも被爆時に爆心距から550から950mの間にいた。3名は市内電車の前部で一緒に立っていた。4名は瓦葺木造家屋内にいた。1名は木造建物の後でうずくまっていた。1名は街路を歩いており、建造物のしっくい壁で遮蔽されていた。1名に遮蔽があったことは知られていない。2名には輪郭の明瞭な熱傷(すなわち放射熱によるもの)があり、いずれも1週間から4週間の潜伏期の後に頭髪の脱毛が始まり、完全な禿頭が3か月から5か月間続いた。6名には被爆当日嘔吐があり、8名は被爆後1週間乃至3週間して発熱および倦怠感などの主訴があり、5名に嘔吐および下痢があり、さらに5名に点状出血があった。1名は口内粘膜に腐肉形成病変を生じ、他の1名

\* This case was reported at the Kyushu Ophthalmological Society Meeting at Kumamoto, Sept. 23, 1949.

本症例は1949年9月23日熊本市で開かれた九州眼科学会で発表された。

these were caused by radiation sickness or by the unsanitary conditions prevailing at the time could not be determined. One of the three female patients had had amenorrhea since the explosion and the other two began their menses at ages 17 and 19 which was approximately three years after the explosion.

The only ocular complaint of the patients was failing vision. The onset of subjective visual symptoms was said to have been as early as one month after the bombing in one patient, but the patient was in an apprehensive mental state at the time and it is by no means certain that this initial complaint was due to incipient cataracts. The latent period of visual symptoms in seven other patients was 6 months in one patient;  $2\frac{1}{4}$  years in one; and  $2\frac{1}{2}$  years in five. Three patients had had no ocular complaints. The failure of vision was said to have been either gradual or step-wise and fluctuant in the seven patients, one of these patients having thought some improvement followed each loss.

The cataracts consisted of opacities in the axial zone of the posterior lenticular capsules over an area of 2 to 4 mm, with occasional punctate dots farther toward the periphery. The findings were approximately symmetrical in the two eyes. The central opaque discs had jagged but nevertheless relatively sharp edges. In the five patients in whom the changes were most marked, the peripheral portions of the opaque discs were denser than the central portions, forming doughnut-shaped opacities when examined with the ophthalmoscope. With the slit-lamp biomicroscope the opacities were of a lacelike texture having a few polychromatic crystals and a few vacuoles. The opacities were confined to the posterior capsules with no apparent extension into the underlying cortex, but the vacuoles were situated just in front of the capsules. In the two most advanced cases there was a distinct separation of the opacity centrally into two laminae from front to back with a relatively clear interval between them.

は頬の穿孔を伴う限局性壊死を生じた。これらが放射線疾患によるものか、あるいは当時の非衛生状態によるものであったかは決定できなかった。3名の女性患者の中の1名は被爆以後無月経であり、他の2名は被爆後約3年たった17才と19才の時に初経を見た。

患者における唯一の眼の主訴は視力減退であった。自覚的視力症状の始まりは、1名の患者は早く被爆1か月後であったといわれたが、この患者はその時精神的に不安状態にあり、この初期の主訴が初発白内障によるものであったことは決して確実ではない。他の7名の患者における視力症状の潜伏期は次の通りであった。6か月が1名、2¼年が1名、2年半が5名、3名には眼の主訴はなかった。視力の減退は7名の患者では徐々かあるいは段階的でその程度に変動があったといわれ、この中の1名は悪化する度にその後ある程度の軽快があったと考えた。

白内障は水晶体後囊の軸部で2から4mmの範囲の混濁で、時折りもっと周縁部にも斑点があった。所見は両眼では対称性であった。中心部の不透明な円板状混濁の辺縁は不整形であったが、境界は比較的鮮明であった。変化が最も著明であった5名の患者では、不透明な円板状混濁の周辺部は中心部よりも濃く、検眼鏡ではドーナツ状混濁を形成していた。細隙灯生体鏡検査では、この混濁はレース状様相を呈し、少数の多色性結晶および少数の空胞があった。この混濁は水晶体後囊に限定され、その下の皮質内に伸びていないようであったが、空胞は水晶体後囊の直前に所在していた。最も進行した2例では、混濁は中心で前後2層に明瞭に分離し、その中間は比較的澄んでいた。この中心部の円板状混濁の周縁部では、上記の2層は融合してより濃い輪を形成し、それは検眼鏡で認めたドーナ

Toward the periphery of this central disc the two laminae fused to form a denser ring corresponding to the doughnut-shaped opacity seen with the ophthalmoscope. In the less advanced cases which did not show the doughnut configuration, the central portion showed an opacification of the whole thickness of the posterior capsule similar to the peripheral portion of the disc in the more advanced cases. Thus it appears that progression of these cataracts is accompanied by a separation of the central opacity into two layers, separated by a clear interval, and an extension of the unsplit opacity toward the periphery. The anterior capsule also showed a few punctate dots in seven of the patients and an occasional vacuole in three. The lens cortex and nucleus, however, was entirely clear in all cases.

The cataracts are considered to be similar to those which have previously been associated with exposure to x-rays and gamma rays.<sup>19</sup> What part neutrons played in their pathogenesis is not evident. The patients were in a zone where neutrons and gamma rays were present, although information on the amounts of each is not publicly available. Most persons in this zone died either from thermal or mechanical injuries or from radiation sickness. That these persons survived and developed cataracts may have been due simply to biologic variations; but it cannot be reasonably denied that, while the cataracts were the result of exposure of the head region, the absence of lethal radiation disease may be explained by a shielding of much of the rest of the body. Five of the patients had very little, if any, radiation sickness, and it is not impossible that the symptoms in the others may not have been caused by radiation. Yet all of them had profound epilation of the head, which was undoubtedly a radiation effect. It is possible that the three standing in the front of the street car were protected in the lower halves of their bodies by the metallic baseboard below the car windows and by the shielding from other persons.

Aside from the foregoing cases with outright

ツ状の混濁に相当するものであった。ドーナツ形の像を示すほど進行していない症例では、中心部に水晶体後囊の全厚みの混濁があり、それは一層進行した症例における円板状混濁の周縁部に類似していた。かくして、これらの白内障はその進行に伴って中心部混濁が2層に分離してその中間は澄明で、周縁部へ向って分離していない混濁が伸びるように見受けられる。7名には水晶体前囊にも少数の斑点があり、3名に時折り空胞があった。ただし、いずれの例でも水晶体皮質および核は全く異常がなかった。

この白内障は以前にx線およびガンマー線の照射に伴って生じた白内障に類似したものと考えられる。<sup>19</sup> 中性子が白内障の発生にいかなる役割りを果たしたかは明らかでない。患者は中性子とガンマー線のあった区域にいたが、その各々の線量についての資料は公開されてない。この区域の大部分の人は、熱傷か機械的傷害のため、あるいは放射線疾患のため死亡した。これらの人々が生きのこり白内障を生じたことは単に生物学的差異によるものかも知れない。しかし、白内障が頭部に放射線照射を受けた結果であるのに対し、致死放射線疾患の欠如は身体その他の大部分が遮蔽されていたためかも知れないということは合理的に否定できない。5名では、放射線疾患があったとしても極く軽度で、他の患者における症状も放射線疾患でなかったと考えられないことはない。しかし、患者すべてに強度の頭髪の脱毛があり、それが放射線の影響であったことは疑いがなかった。市内電車の前部で立っていた3名については、その下半身が電車の窓の下の金属製車体とその他の乗客のための遮蔽によって保護されていたことは考えられる。

明らかな水晶体後囊性白内障のあった前述の症例以

posterior capsular cataracts, several border-line cases were seen that were thought not to represent radiation cataracts but in which final judgment will be postponed until further examination, six months or one year hence. These cases represented an unusual amount of marking of the posterior capsules and none showed opacification that was visible by ophthalmoscopic examination.

Aside from these cases which are thought to be normal variants, a few patients were seen with abnormalities in the posterior capsule that were nevertheless not attributed to radiation. One patient was a 17-year-old diabetic boy who had been 2000 meters from the hypocenter at the time of the explosion and had had no burns, epilation, or radiation sickness. Examination at the present time showed diffuse opacification of the posterior capsule and anterior capsule in the axial regions and extensive bluish-white opacities in the anterior and posterior cortex of both lenses. The presumptive diagnosis was diabetic cataracts.

The normal posterior capsule may be likened to a layer of glass immersed in water and having a varying amount of etching of its surface. The etching is usually most evident in the axial or periaxial region and can be seen by local illumination as dots and threadlike lines. Often they are arranged like the tracks made by wind-blown beach grass on the otherwise smooth sand. They are most evident on the posterior surface of the capsule and presumably represent remnants of the hyaloid system. By transillumination, the posterior capsule often shows optical irregularities in the axial and periaxial regions similar to the "warts" on the posterior surface of the cornea.

#### D. Neuroretinal Abnormalities

Approximately ten persons gave a history of having been gazing at the sky at the time of the explosion, some at the airplane and at least one at the parachute carrying the bomb, but

外に、若干の症例に極く軽微の異常があったか、これは放射線白内障を示すとは考えられなかった、か最終的診断は6か月乃至1年後に実施する検査まで延期する。これらの症例は水晶体後囊に異常な紋理を示したが、検眼鏡検査で混濁が認められたものは1例もなかった。

正常な変異と考えられるこれらの症例を除いて、少数の者に水晶体後囊の異常が認められたが、それは放射線に起因したとは考えられなかった。1名は17歳の少年で糖尿病があり、被爆時に爆心地より2000mであったが、火傷、脱毛、あるいは放射線疾患はなかった。現在の検査では、両眼水晶体の軸部における水晶体後囊および水晶体前囊の瀰漫性混濁ならびに前・後皮質の広範囲な青白色の混濁を認めた。臨床診断は糖尿病性白内障であった。

正常な水晶体後囊は、水に浸したガラスにたとえられ、その表面に種々の程度の凹凸がある。この凹凸は通常には軸部あるいは軸周縁部において最も明らかであり、斜照法で点あるいは糸状の線として認められる。しばしばそれらはちょうど平らな砂浜の上に海浜の野草が風に吹かれて作る跡のように配置されることもある。それらは水晶体後囊面で最も明らかであり、恐らく硝子体系の残遺を示すものと思われる。透視法によれば水晶体後囊の軸部および軸周辺部にはしばしば光学的な不整があり、それは角膜の後面における「疣」に類似している。

#### D. 視神経網膜異常

約10名が被爆時に空を見ていたとの既往歴を述べた数名が飛行機を見ており、少なくとも1名が原爆をつけたパラシュートを見ていたが、1名のみが網膜あるいは

only one person showed any possible evidence of retinal or nervous system damage. This patient,<sup>7</sup> the same one who was previously referred to with keratitis, was a 23-year-old girl who had been 2000 meters from the hypocenter and was gazing skyward but does not know whether or not it was in the direction of the bomb. At first there were no visual disturbances. When examined two months after the bombing there was a grayish-white opacity one-third the size of the disc just temporal to each fovea. By campimetry a central scotoma was found, most dense in a ring-shaped area occupying the 6 to 8 degree isopters. It was symmetrical in the two eyes. The visual acuity, which was known to have been normal before the bombing, was correctible to O.D. 0.6 (20/50) and O.S. 0.9 (20/30). Examination four years after the bombing showed similar bilateral ring-shaped scotomata, but no abnormalities were found in the fundus.

This patient is presumed to have had an infra-red burn of the retina and was the only patient seen on whom such a diagnosis was made.

One other patient in the non-survey series had retinitis proliferans in one eye. The patient is said to have lost her vision in this eye immediately after the atomic bomb, presumably from a vitreous hemorrhage, although there was no known trauma.

#### E. Miscellaneous Ocular Findings

Perforation of the globe, frequently with loss of the eye, or phthisis bulbi, was seen in 21 patients, in four of whom it was bilateral. In practically all cases the injury was caused by glass and in many cases it was accompanied by multiple scars of the lids and face. For some reason which is not apparent, these scars often had a distinct blue color. That it was glass rather than any inherent characteristic of the scar formation that caused this discoloration is suggested by the fact that burn scars and

は神経系損傷の徴候がありうると思われた。本患者<sup>7</sup>は以前に角膜炎の項で述べたが、23才の女性で被爆時に爆心地より2000mであり、空の方を見ていたか原爆の方向であったかどうかは不明である。最初は視力障害はなかった。被爆後2か月して検査した時、視神経乳頭の1/3の大きさの灰白色の混濁が両眼中心窩の側方にあった。平面視野<sup>11</sup>検査では中心暗点が認められ、それは等視力線6から8度に相当する部分に輪状に最も顕著で、両眼で対称性であった。視力は被爆前には正常であったことが知られていたが矯正視力は右眼で0.6 (20/50) 左眼で0.9 (20/30) であった。被爆後4年して実施した検査でも両眼に同様な輪形暗点を認めたが、眼底に異常を認めなかった。

本患者には赤外線による網膜火傷があったと推定され、かかる診断を下した唯一の患者であった。

非調査対象群の別の1名では1眼に増殖性網膜炎があった。本患者は被爆直後にこの眼の視力を失ったといわれ、これは恐らく硝子体出血のためであろうが外傷の記憶はない。

#### E. その他の眼所見

しばしば眼の喪失あるいは眼球嚙を伴う眼球貫通創は21例に認められ、その中4例で両眼が冒されていた。殆ど全例においてガラスが傷害の原因であり、多くの例において眼瞼および顔の多数の瘢痕があった。その理由は不明であるが、これらの瘢痕はしばしば明瞭な青色であった。この変色の原因が瘢痕形成の固有な特徴であるというよりむしろガラスのためであったことは、日本人における火傷痕および手術痕がこの様な色素沈着を示さない事実によって示唆される。この

surgical scars in the Japanese show no similar pigmentation. The possibility that the discoloration was simply due to dirt that had been carried into the wounds could not be excluded, but its uniformity and the absence of granular texture made this possibility unlikely.

Iridodialysis resulting from the bomb was seen in one patient and is presumed to have occurred from a blow with some blunt object rather than from the blast.

Two persons who had had evidence of brain injury at the time of the bomb had complicating eye signs, one with bilateral sixth nerve paralysis and one with optic atrophy.

Pupillary areflexia was found in one eye of a patient who had been blind for several days after the explosion. She is presumed to have had an intraocular hemorrhage at the time.

## GENERAL OBSERVATIONS ON JAPANESE EYES

Since, to our knowledge, no comparable examination has been reported on a large number of normal Caucasian eyes, the following observation may have little comparative significance. The data is, therefore, not presented statistically, but rather as our impression of certain differences between Japanese eyes (presumably applicable to all Orientals) and Caucasian eyes.

Trichiasis in association with epiblepharon is so frequent in Japanese children that it may be considered a normal variant. The responsible lashes are usually those in the inner portion of the lower lid and produce keratitis and occasionally pannus in the lower nasal quadrant of both corneas. It is not accompanied by scarring of the lids or by entropion. The subjective disturbances caused by the trichiasis are variable, but it was noteworthy that there was no case in which these symptoms were as

変色が単に創傷に入った土によるものであったという可能性を除くことはできないが、その一様性と肉芽組織の欠如から、この可能性はありそうにもないと思われる。

被爆による虹彩離断は1例に認められ、それは爆風によるよりも、むしろある鈍い物による打撃で生じたと思われる。

被爆時に脳損傷の徴候があった2名の患者に複雑な眼徴候があり、1名では両側の第6神経麻痺、他の1名では視神経萎縮があった。

被爆後数日間、眼が見えなかった1名の患者の1眼に瞳孔無反射が認められた。当時、本患者には眼内出血があったと思われる。

## 日本人の眼についての一般的観察

我々の知る限りでは多数の正常な白人の眼について比較し得る検査の結果が報告されていないので、下記の観察は比較対照上の有意性は殆んどないかも知れない。したがって、この資料は統計的に発表するのではなくて、むしろ日本人の眼（恐らくすべての東洋人の眼に適用し得る）と白人の眼との間にある相違についての我々の所感として述べる。

副眼瞼に伴う睫毛乱生は日本人児童において非常に頻繁であるので、それは正常な変異であると考えられるかも知れない。その原因となる睫毛は、通常下眼瞼内側の睫毛であって両眼角膜の鼻側下部に角膜炎および時にはパンヌスを生じる。眼瞼の癬痕形成や眼瞼内反は伴わない。睫毛乱生のための自覚的障害は様々であるが、何れの症例でもこれらの症状が予期した程に著明でなく時には症状が全くないことが注目された。



marked as might be expected, and often there were no symptoms at all. In view of the fact that the condition was found almost exclusively in children, it is presumed that it becomes outgrown.

Staphylococcal and rosacea keratitis was conspicuous by its rarity in comparison with our experiences in the United States. Acne of the face also appeared much less common. Trachoma, on the other hand, was frequent, being present in 5 percent to 10 percent of the patients examined. Pterygia and conspicuous pinguecula were perhaps somewhat more frequent than in at least some parts of the United States (Northeast) and it appeared that the pinguecula were situated closer to the limbus than is the case with Caucasian eyes, often actually overriding the cornea. One case of incipient pterygium in a heavily pigmented eye is perhaps especially noteworthy because of its possible significance in the pathogenesis of pterygia in general. Just in advance of the spearhead of the pterygium was a 1 mm zone of flat pigmented epithelium suggesting that epithelium had grown over from the limbus in advance of the pterygium.

Vernal conjunctivitis of both bulbar and palpebral type appeared more common than in a comparable group in the United States.

Evidence of arteriosclerotic or hypertensive vascular disease was rare, but Eales' disease in young persons was relatively frequent. Only two instances of primary glaucoma were seen, and by inquiry among ophthalmologists this seems to be relatively infrequent in Japan.

Probably occurring in Caucasian eyes also, but being less evident, is the depigmentation of the pigment epithelium of the fundus with age and with high myopia. This leads regularly in the seventh decade to an exaggeration of the tessellated appearance of the fundus.

この症状が殆んど児童に限って認められた事実にかんがみて、これは成長するに従って治るものと思われる。

米国における我々の経験と比較して、葡萄球菌性赤瘡性角膜炎が非常に少ないことが目立った。顔のざ瘡もまた非常に少なかった。他方においてトラコーマは頻繁で、検査例の5から10%に認められた。翼状贅片および顕著な結膜脂肪斑は少なくとも米国のある地方（東北部）よりも恐らくいくらか頻繁であって、結膜脂肪斑の位置は、白人の眼の場合と比較して角膜縁に近くしばしば角膜に重っていた。色素沈着が強度であった1眼において認められた初期翼状贅片は、翼状贅片一般の発生に関して有意性があるかも知れないと思われたので特に注目される。翼状贅片の先端の1 mm前方に扁平な色素沈着のある上皮の帯があって、翼状贅片の前方を上皮が角膜縁から伸びていることを示唆した。

眼球および眼瞼の春季結膜炎は、米国におけるよりも一層多いように見受けられた。

動脈硬化性あるいは高血圧性脈管系疾患の徴候は、まれであったが、若年者における Eales 病の頻度は比較的高かった。原発性緑内障は2例認めただけであり、眼科医に訪ねたところでは、日本におけるこの疾患の頻度は比較的低いように思われた。

恐らく白人の眼でも発生しているのであろうか、日本人におけるほど明瞭でないものは年齢および高度の近視に伴って生ずる眼底の色素上皮の脱色である。これは60代における眼底の碁盤目模様をきまって誇張する結果となる。

## SUMMARY AND CONCLUSION

Previous reports of ocular lesions resulting from the atomic bomb have been concerned chiefly with traumatic injuries and retinal complications of radiation sickness. The present study was undertaken with the prime motive of determining what, if any, delayed injuries to the eyes had resulted from the atomic bombing.

Accordingly, 1000 persons who were listed as having been in the "open" and within two kilometers of the hypocenter at the time of the explosion were selected at random from the census files of the Atomic Bomb Casualty Commission for study. In addition, 231 others, comprising the total available number of surviving persons listed at present in the census files as having been within one kilometer of the hypocenter, were examined, as were several hundred others who were contacted through newspaper publicity, referrals from local ophthalmologists, or through hearsay.

The survey resulted in bringing in persons having, or having had, a variety of ocular conditions. Those connected with the atomic bomb included the following diagnoses; multiple injuries of eyes and eyelids; keratoconjunctivitis from ultraviolet and ionizing radiations; thermal burn of the cornea and of the retina; retinitis proliferans; and radiation cataracts. The cataracts were the only delayed manifestations of ocular injury from the atomic bomb.

Ten cases of radiation cataract were found. They all occurred in persons who were within one kilometer of the hypocenter and who were either in the "open" or protected by a wood or plaster wall. All had a delayed and entire loss of scalp hair, but did not necessarily have radiation sickness. The ages at the time of exposure were between 13 and 55. Three were females and seven were males.

The lens changes consisted predominantly of

## 総括および結論

原爆に起因した眼病変についての従来の報告は、主として外傷性傷害および放射線疾患の網膜合併症に関するものであった。本調査の実施に当っては、被爆に起因した眼の遅発性損傷があるとするればそれは如何なるものであるかを決定することか最も重要な動機になった。

したがって被爆時に「屋外」にいて爆心地より2000m以内であったと記入してある1000名を、この調査のために原爆傷害調査委員会の人口調査記録から無作為抽出した。そのほかに現在人口調査記録に爆心地より1000m以内の被爆生存者として記入してある231名および新聞報道、地元眼科医の紹介あるいは甚間の風聞によって連絡した数百名を同時に検査した。

この調査では現在何か眼病状があるか、あるいは過去に経験した人々を検査した。原爆に関連した眼病状には次のものがあった。すなわち、眼および眼瞼の種々の損傷、紫外線および分離放射線による角結膜炎、角膜および網膜の熱傷、増殖性網膜炎ならびに放射線白内障。白内障は原爆による眼損傷の唯一の遅発性病状であった。

放射線白内障は10例に認められ、いずれも爆心地より1000m以内で「屋外」にいたか、あるいは木製又はしっくい壁で保護されていた者に生じた。いずれにも頭髪の遅発性完全脱落を見たか、必ずしも放射線疾患はなかった。被爆時年齢は13から55才までであった。3名は女性で、7名は男性であった。

水晶体の変化は、大部分が水晶体後囊軸部の顆粒性

granular opacification of the posterior capsules in the axial zone. The mildest cases showed simply an asterisk-shaped central opacity, not more than 1 mm in diameter, having several subcapsular vacuoles. The more marked cases showed, with the ophthalmoscope, a discoid opacity of the posterior capsule, having a characteristic doughnut shape with a relatively more translucent zone in the central 3-4 mm region. With the slit-lamp biomicroscope the opacity was seen to be made up of granules forming a lacelike pattern and containing many scintillating highlights and occasional polychromatic reflections. In the more marked cases the opacities appeared to be split from front to back with a relatively clear lamina between the opaque layers. This clear lamina, which had a thickness equal to or several times that of the posterior capsule, was generally seen in the region corresponding to the translucent portion of the doughnut. In the early cases, before the lamination occurs, the greatest opacification of the capsule is to be found axially, but as the splitting takes place the greatest opacity extends progressively toward the periphery, forming the characteristic doughnut-shaped reflex. Whereas the posterior opaque lamina coincides with the posterior surface of the lens, the anterior lamina may bulge forward, but it is nevertheless sharply demarcated from the underlying cortex. It does not show the extension into the cortex which is seen with the usual cataracta complicata and posterior polar cataracts. Vacuoles situated just beneath the posterior capsules are frequently found even in the mildest cases.

With the more advanced changes, fine opacities are also to be found in the anterior capsule and in the anterior subcapsular zone. Here they are often accompanied by vacuoles.

The latent period for the subjective disturbances resulting from the cataracts is about two years. The progress is slow and sometimes step-wise. Objective findings may antedate the subjective findings. The frequency of radiation cataracts is at present of the order of 2½ percent

混濁であった。最も軽度の例では直径が1 mm以下の星形の中心性混濁と数個の空胞を水晶体囊下に認めるだけであった。もっと顕著な例では、検眼鏡によって水晶体後囊に円板状混濁を認め、それは特徴的なドーナツ形であって、中心の3乃至4 mmの範囲に比較的半透明な部分がある。細隙灯生体鏡検査では、この混濁はレース状の模様をなす顆粒からなり、多数の閃輝部分と時には多色性反射が認められた。一層顕著な例では、混濁は前後に分割され、不透明な層の間には比較的澄んだ層があるように見受けられた。この澄んだ層は水晶体後囊の厚みに等しいかあるいはその数倍であって、一般的にはドーナツ形混濁の半透明部に相当する部位に認められた。この層の形成が生じる前の初期の例では、水晶体囊の最も濃い混濁は軸部に認められるが、分割が生じるにつれて、混濁の最も濃い部分は漸次周縁部に向かって移動し、特徴的なドーナツ形反射を形成する。後方の不透明層は水晶体後面に一致するのに対して、前方の層は前に突出することもある。下部の皮質との境界は鮮明で通常の併発白内障および後極白内障で認められるような皮質への伸長はない。最も軽度の例においてさえも水晶体後囊のすぐ下に空胞がしばしば認められた。

さらに変化が進行するにつれて、微細な混濁が水晶体前囊および水晶体前囊下にも認められる。この場合には、しばしば空胞がある。

白内障に起因する自覚的障害の潜伏期は通常2年である。その進行は緩慢で時には段階的である、他覚的所見が自覚的所見に先立つことがある。放射線白内障の頻度は今の処では1000m以内の被爆生存者では

of survivors within the one kilometer zone, but since the latent period may be many years, it is obvious that the frequency may increase considerably in the years to come.

The occurrence of radiation cataracts is thought to be significant not only on account of their ocular implications but more especially because they are the first delayed effects of the atomic bomb to have been demonstrated in the body as a whole.

2.5%程度であるが、潜伏期は多年にわたることも考えられるので、この頻度は将来相当増加するかも知れないことは明らかである。

放射線白内障の発生は、その眼科的障害のために意義があるばかりでなく、それが身体全体の最初の原爆の後影響であるので特に重要であると考えられる。

## REFERENCES

### 参 考 文 献

1. Liebow AE, Warren S, De Coursey E: Pathology of atomic bomb casualties. Amer J Path 25: 853, 1949  
(原爆傷害の病理)
2. Matsuoka H: Unpublished  
(未発表)
3. 畑 文平: 原子爆弾に基づく眼外傷. 日本臨床 3: 306, 1945  
(Hata B: Injuries to eyes by atomic bomb. Nippon Rinsho-Jap J Clin)
4. 庄司義治: 空襲に依る眼障害. 眼科臨床医報 14: 1, 1946  
(Shoji Y: Injuries of eyes by air attacks. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
5. 生井 浩: 原子爆弾に依る瞼外反と打撲白内障. 1. 原子爆弾火傷に依る瞼外反. 眼科臨床医報 40: 21, 1946  
(Ikui H: Ectropion palpebral and contusion cataract caused by atomic bomb. 1. A case of ectropion of lid after burns of the face by atomic bomb. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
6. 生井 浩: 原子爆弾に依る瞼外反と打撲白内障. 2. 原子爆弾の爆風に依る打撲白内障. 眼科臨床医報 40: 21, 1946  
(Ikui H: Ectropion palpebral and contusion cataract caused by atomic bomb. 2. A case of contusion cataract by blast of atomic bomb. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
7. 小山綾夫, 佐々木 豪: 原子爆弾による角膜火傷例, 眼科臨床医報 40: 177, 1946  
(Koyama A, Sasaki T: A case of burn of the cornea and retina by atomic bomb. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
8. 吉本良穂: 空襲による眼傷害. 眼科臨床医報 41: 15, 1947  
(Yoshimoto R: Ocular injuries from air attacks (abstract). Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
9. 田村茂美, 生井 浩, 等: 原子爆弾に依る眼障害の臨床所見. 眼科臨床医報 40: 90, 1946  
(Tamura S, Ikui H, et al: Ocular lesions from the atomic bomb. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
10. Tamura S, Ikui H, et al: Unpublished  
(未発表)

11. Schlaegel TF : Ocular histopathology of some Nagasaki atomic bomb casualties. Amer J Ophthal 30 : 127, 1947  
(長崎の原爆傷害にみられる眼組織病理)
12. 三浦兵庫 : 原子爆弾症眼球の病理組織学的研究. 日本眼科学会雑誌 51 (5/6) : 60, 1946  
(Miura H : Pathohistologic examination of eyes of atomic bomb disease. Nippon Ganka Gakkai Zasshi-Acta Soc Ophthalmol Jap)
13. Wilder H : Appendix to Pathology Section. Joint Commission Report. Unpublished  
(合同調査団報告書 病理学編 付録 未発表)
14. Benkwith KB : Retinal hemorrhages as seen in atomic bomb casualty. Amer J Ophthal 29 : 799, 1946  
(原爆傷害にみられた網膜出血)
15. 広瀬金之助 : 長崎におけるいわゆる原子爆弾症の眼の変化. 眼科臨床医報 42 : 26, 1948  
(Hirose K : Changes in ocular fundus with atomic bomb disease (abstract). Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
16. 山中洋太郎 : 原子爆弾に依る角膜葡萄腫, 特に其 Keloid 様肥厚. 新潟医学会雑誌 61 : 386, 1947  
(Tanaka Y : Staphyloma corneae, especially keloid-like thickening of the cornea by the atom bomb. Niigata Igakkai Zasshi-Niigata Med J)
17. Flick JJ : Ocular lesions following the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki. Amer J Ophthal 31 : 137, 1948  
(広島・長崎の原爆投下による眼疾患)
18. 広瀬金之助 : 原子爆弾による白内障. 眼科臨床医報 45 : 383, 1951  
(Hirose K : A case of cataract probably caused by the atomic bomb. (abstract). Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
19. Rohrschneider W : Untersuchungen über die Morphologie und Entstehung der Röntgenstrahlenkatarakt beim Menschen. Arch f Augenh 106 : 221, 1932  
(人間のレントゲン線白内障の形態と病因の調査)

ATOMIC BOMB RADIATION CATARACT  
CASE REPORT WITH HISTOPATHOLOGIC STUDY

原爆放射線性白内障  
症例報告とその組織病理学的検索

SAMUEL J. KIMURA, M. D.<sup>1</sup>

HIROSHI IKUI, M. D.<sup>2</sup> 生井 浩

(Originally published 1951 既発表)

Division of Ophthalmology, University of California School of Medicine<sup>1</sup> and

Department of Ophthalmology, Kyushu University School of Medicine<sup>2</sup>

California 大学医学部眼科学教室<sup>1</sup> および九州大学医学部眼科学教室<sup>2</sup>



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

広島および大崎

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)

#### ACKNOWLEDGMENT

#### 謝 辞

The authors express their gratitude to Dr. David G. Cogan and Dr. Michael J. Hogan for their constructive criticisms and help in the preparation of this paper.

著者は本報告書の作成に当り、建設的批判および援助を下さった Dr. David G. Cogan および Dr. Michael J. Hogan に感謝の意を表する。

## CONTENTS

### 目 次

List of Figures 挿入図一覧表.....	Page i
Case Report 症例報告.....	1
Histopathology of Extracted Lens 摘出水晶体の組織病理学的検査.....	4
Discussion 考 按.....	7
Summary 総 括.....	10
References 参考文献.....	11



## FIGURES

### 挿入図

Figure 1.	Radiation cataract lens	
図	放射線性白内障の水晶体	Page 5
2.	Lens cortex	
	水晶体の皮質	6
3.	Lens cortex	
	水晶体の皮質	7
4.	Diagrammatic representation of findings on ophthalmoscopic and slitlamp examination	
	検眼鏡と細隙灯検査による所見の図示	8

OPHTHALMOLOGIC SURVEY OF ATOMIC BOMB SURVIVORS  
IN JAPAN, 1949

MASTER

1949年に日本において行なわれた原爆被爆生存者の眼科的調査

DAVID G. COGAN, M. D.<sup>1</sup>  
S FORREST MARTIN, M. D.<sup>2</sup>  
SAMUEL J. KIMURA, M. D.<sup>2</sup>  
HIROSHI IKUI, M. D.<sup>3</sup> 生井 浩

(Originally published 1950 既発表)

1. Harvard University School of Medicine  
Harvard 大学医学部
2. California University School of Medicine  
California 大学医学部
3. Kyushu University School of Medicine  
九州大学医学部

NOTICE  
PORTIONS OF THIS REPORT ARE ILLEGIBLE. It  
has been reproduced from the best available  
copy to permit the broadest possible avail-  
ability.

DISCLAIMER

This report was prepared as an account of work sponsored by an agency of the United States Government. Neither the United States Government nor any agency thereof, nor any of their employees, makes any warranty, express or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information, apparatus, product, or process disclosed, or represents that its use would not infringe privately owned rights. Reference herein to any specific commercial product, process, or service by trade name, trademark, manufacturer, or otherwise does not necessarily constitute or imply its endorsement, recommendation, or favoring by the United States Government or any agency thereof. The views and opinions of authors expressed herein do not necessarily state or reflect those of the United States Government or any agency thereof.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
HIROSHIMA AND NAGASAKI JAPAN

A Cooperative Research Agency of  
USA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
and  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE  
with funds provided by  
USA ATOMIC ENERGY COMMISSION  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH  
USA PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会  
、 場 所 大 崎

米 国 公 立 院 一 一 術 会 議 と 厚 生 省 国 立 研 究 所  
と の 日 本 共 同 調 査 研 究 機 関

(本 報 告 書 委 員 会 費 用 日 本 共 同 調 査 研 究 所 費 用 日 本 共 同 調 査 研 究 所 費 用 日 本 共 同 調 査 研 究 所 費 用)

ME



# ATOMIC BOMB RADIATION CATARACT CASE REPORT WITH HISTOPATHOLOGIC STUDY

## 原爆放射線性白内障 症例報告とその組織病理学的検索

SAMUEL J. KIMURA, M. D. AND HIROSHI IKUI, M. D.

Radiation cataract is a late effect of the atomic bomb that has appeared among the more heavily irradiated survivors in Hiroshima City and Nagasaki City, Japan (Cogan *et al*<sup>1</sup>). The great majority of these cases were discovered as a result of an ophthalmic survey of the available survivors.

Clinically, these cataracts are similar in appearance to those produced by roentgen rays and radium, and exhibit some fairly definite characteristics. A posterior polar opacity develops which has fairly sharp borders both anteriorly and equatorially. It lies in the subcapsular region and appears as a lacelike disc containing small vacuoles. As the cataract progresses, this disc-shaped opacity may assume a plano-convex form as first described by Rohrschneider (1929)<sup>2</sup>. At this stage, the visual acuity is very definitely reduced.

The so-called complicated cataracts differ from radiation cataracts in that they are diffuse, flocculent, and not sharply defined from the rest of the lens.

One patient with a radiation cataract who had been examined periodically for two years elected to have a lens extraction on account of reduced visual acuity although the opacification was not far advanced. Histopathologic study of the sections of this lens together with the clinical study of the patient forms the basis of this report.

### CASE REPORT

#### HISTORY

放射線性白内障は広島市および長崎市における比較的強度の放射線を受けた被爆生存者に現われている原爆の後影響である (Cogan 等<sup>1</sup>)。これら症例の大部分は被爆生存者の眼科的調査の結果発見された。

臨床的には、これら白内障の外観はレントゲン線およびラジウムによるものと類似しているが、若干のかなり明確な特徴を示す。後極部に混濁が発生し、その混濁の前面ならびに赤道面辺縁はかなり鮮明である。これは後囊下にあつて、小さな空胞を含んだレース状円板のように見える。白内障が進むにつれて、この円板状混濁は、Rohrschneider (1929)<sup>2</sup> が最初述べたように、平凸状を呈することがある。この段階では、視力は極めてはっきりと減退する。

所謂併発性白内障はそれが瀰慢性、絮状性であり水晶体の他の部分との境界が、鋭くないという点で放射線性白内障とは異なる。

2年間定期的に検眼を受けていた放射線性白内障を有する1名の患者が、その混濁が強度に進行した訳でもなかったが、視力が減退したという理由で、水晶体摘出術を希望した。この報告はこの患者の臨床所見および水晶体切片の組織病理学的所見をもとにしたものである。

### 症例報告

#### 病歴

Reprinted by permission from American Journal of Ophthalmology. Originally appeared 1951, Vol. 34, pp. 811-816.

T.H. (M.F. #400615\*), a 22-year-old student, was first seen by one of us (H.I.) in April, 1949, three years and eight months after the atomic bomb blast over Hiroshima City. At the time of the bombing, the patient was in the forward part of a streetcar behind the motorman, heading toward the hypocenter, which is estimated to have been around 780 meters away. The patient was wearing glasses (myopia) which were blown off by the blast. No flash burns were incurred but he was injured by flying glass fragments. There were many people in the streetcar, but only four other survivors have been found. All have radiation cataracts.

The patient escaped to the nearby mountain area and there, about two hours after the atomic bomb blast, he became nauseated, felt ill, and vomited. He noted severe thirst and diarrhea which lasted some two weeks.

On about the 14th day, epilation of the scalp hair commenced and within three or four days he became completely bald. After two months, the scalp hair started to grow back slowly.

Petechias were noted on about the 21st day. Fever (40°C) followed in two or three days and continued for 10 days. During this period the mucous membrane of the mouth began to slough, especially that of the gums. Bleeding from the gums resulted, accompanied by aching of the teeth. During the third month after exposure, the patient developed furunculosis. The first white blood count was taken during the fourth month and it is remembered to have been around 6000 cells per cubic millimeter.

Failing vision was noted about two years after exposure to the atomic bomb. He consulted an ophthalmologist three or four months later and was then told he had a posterior polar cataract.

The patient was seen by one of us (H.I.) one

T. H. (M.F. #400615\*), 22才の学生, 広島に原爆が投下されて3年8か月後の1949年4月に著者の1人(H.I.)の初診を受けた。原爆時患者は、爆心地から約780mと推定される地点を爆心地の方向へ向っていた市電の運転手の後にいた。患者は眼鏡(近視)をかけていたがそれは爆風によって吹き飛ばされた。せん光火傷は受けなかったが飛来するガラス、破片によって負傷した。市電の中には多くの乗客がいたが、その他に4人の生存者が発見されたに過ぎなかった。しかもその生存者の凡てに放射線性白内障を認めた。

この患者は近くの山へ逃げ、そこで被爆約2時間後に吐気をもよおし、気分が悪くなって嘔吐した。強度の渴を覚え、下痢がありこれは約2週間続いた。

14日目頃から頭髪の脱落が始まり、3日または4日で完全に脱毛した。2か月後頭髪は徐々に生え出した。

21日目頃に出血斑を認めた。2日または3日たって発熱(40°C)が次いで起り10日間続いた。この期間中、口腔粘膜特に歯齦部の肉形成が始まり、その結果歯齦出血が起り歯痛を伴った。被爆後3か月してせつ症が発生した。4か月目に最初の白血球数算定が行なわれ、約6000/mm<sup>3</sup>であったと患者は記憶している。

被爆後約2年して視力減退を認めた。3か月または4か月後にある眼科医にかかり、後極性白内障があると言われた。

患者は最初視力障害が現われて1年半後に著者の1

\* Master File Number, Atomic Bomb Casualty Commission  
ABCC 基本名簿番号

and one-half years after he first noted visual difficulties. An irregular disc-form opacity was noted beneath the posterior capsule in both eyes. The opacities showed many tiny vacuoles and light was reflected from them "as from the surface of mica." Corrected visual acuity was: O.D., 20/25; O.S., 20/30.

The patient was next examined on October 13, 1949, a little over four years after exposure to the atomic bomb.

### EXAMINATION

*Right eye.* The visual acuity was 20/30, corrected. External examination was negative. Ophthalmoscopy showed an irregular disc-shaped opacity of the posterior pole; the fundus appeared normal throughout.

Slitlamp biomicroscopy showed the posterior polar opacity to be lacelike with a few vacuoles interspersed. The opacity appeared almost as though it were part of the posterior capsule rather than in the cortex beneath it. The anterior subcapsular area showed several small vacuoles and a few fine white dots. The remaining portion of the lens was normal.

*Left eye.* The visual acuity was 20/50, corrected. External examination was negative. Ophthalmoscopy showed a similar posterior polar opacity but it was larger and the peripheral portion was more dense, giving it the appearance of a "doughnut."

Slitlamp biomicroscopy showed a larger and more dense posterior polar opacity than that in the right eye. It appeared as a plano-convex, disc-shaped subcapsular opacity. The anterior and posterior portions seemed granular with occasional large vacuoles, many polychromatic crystals, and forming two surfaces that reflected light brilliantly.

The space between these two surfaces appeared optically empty except for numerous small highly

人 (H.I.) の検眼を受けた。両眼の後嚢下に不規則な円板状混濁を認め、この混濁には多くの小さな空胞があり、光線はあたかもマイカの表面から反射するようにこれら空胞から反射した。矯正視力は右眼 20/25、左眼 20/30 であった。

患者は被爆4年後の1949年10月13日に次の検眼を受けた。

### 診察所見

右眼：矯正視力は20/30、外眼部視診の結果異常を認めなかった。検眼鏡検査の結果、水晶体後極に不規則な円板状混濁を認め、眼底は全体的に正常であるようであった。

細隙灯顕微鏡検査の結果、後極性白内障はレース状でその中に少数の空胞が散在していた。この混濁は後嚢下の皮質部にあるというよりは、寧ろ後嚢の殆んど一部分であるかのように見えた。前嚢下部には若干の小さな空胞と少数の細かい白点を認めた。水晶体のその他の部分は正常であった。

左眼：矯正視力は20/50、外眼部視診の結果異常を認めなかった。検眼鏡検査の結果、右眼と同様の後極性混濁を認めたが、一層大きく、周縁部が一層濃厚で「トーナツ」の外観を示していた。

細隙灯顕微鏡検査の結果、後極性混濁は右眼よりも一層大きく濃厚であった。この混濁は後嚢下にあつて平凸状、円板状のように見え、その前部および後部は顆粒状で、時に大きな空胞や、多くの多色性結晶があつて、2つの面を形成しそこから光線が輝かしく反射していた。

これら2つの表面の間は、無数の小さな極めて反射性の微粒子を除いては、光学的には空虚であるよう

reflective particles. The peripheral border of this disc-shaped opacity was more opaque. As seen in Figure 4, this thickened border gives the doughnutlike appearance when this type of opacity is viewed with an ophthalmoscope.

Months later the lens changes had advanced and on the patient's insistence the left eye was operated. An intracapsular extraction was performed by one of us (H.I.), on December 13, 1949. Under local anesthesia, a conjunctival flap was made, a full iridectomy was performed, the zonules stripped, and the lens delivered by the use of a loop. Two corneoscleral sutures were placed. The postoperative course was uneventful and the corrected visual acuity was 20/20 two months after surgery.

#### HISTOPATHOLOGY OF EXTRACTED LENS

The lens was fixed immediately in 10-percent formalin and embedded in celloidin. Sections were made and stained with hematoxylin and eosin.\*

#### GROSS

The lens measured approximately eight mm. in diameter and two and one-third mm. in thickness. The posterior pole showed a "doughnut" or a ring-shaped opacity of about four mm. in diameter. This ring appeared to be a part of the posterior capsule.

#### HISTOPATHOLOGY

Meridional sections through the lens in the axial plane were studied.

*Lens capsule.* The thickness was normal. The middle one-third of the posterior lens capsule was wrinkled, thickened, loose, and separated from the underlying cortex by amorphous debris and empty space (Fig. 1-A).

あった。この円板状混濁の周縁は一層不透明で図4で分るように、この周縁が厚いために検眼鏡でみるとドーナツ状の外観を与える。

数か月後、水晶体の変化は進行し、患者の主張により左眼の手術を行なった。1949年12月13日に、著者の1人(H.I.)によって嚢内摘出が行なわれた。局部麻酔のもとに、結膜弁状切開後、全虹彩切除術を施し、小帯を切断し、水晶体を輪匙を用いて摘出した。2つの鞏角膜縫合を行なった。術後、経過は順調で、施術2か月後の矯正視力は20/20であった。

#### 摘出水晶体の組織病理学的検査

水晶体は直ちに10%ホルマリンで固定しセロイディンに包埋した。切片を作り、ヘマトキシリンおよびエオジンで染色した。\*

#### 肉眼的所見

水晶体は径約8mm、厚さ2⅓mmであった。後極に径約4mmの「ドーナツ」状または環状混濁を認めた。この環状混濁は後嚢の一部であるように見えた。

#### 組織病理学的所見

水晶体の軸を通る経線切片を検査した。

**水晶体嚢** 厚さは正常、水晶体後嚢の中央3分の1には皺襞肥厚が認められ、その部分は弛緩して下部の皮質とは離れ、その間に無定形の崩壊物および空間がある(図1-A)。

\* The slides were prepared and stained by the Department of Ophthalmology of Kyushu University Medical School, Japan.

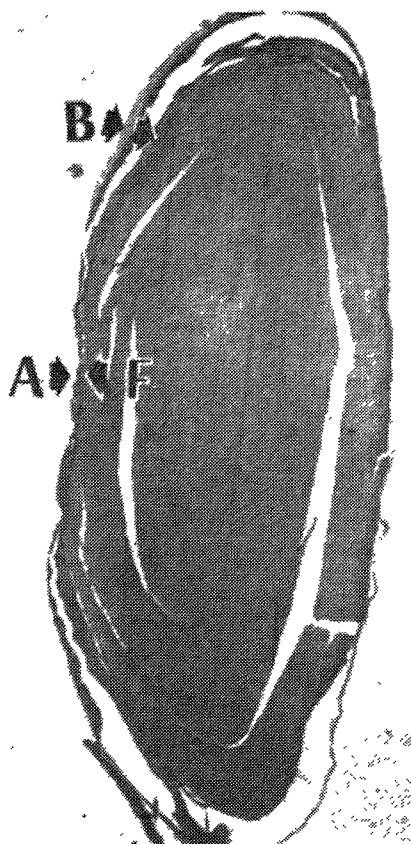
九州大学医学部眼科で顕微鏡標本の作成と染色を行なった。

Fig. 1 Radiation cataract lens

(A) Amorphous debris and empty spaces between posterior lens capsule and underlying cortex. (B) Peripherally the zone of cataractous degeneration was thicker and contained more vacuoles. (F) The junction between the posterior cataractous cortex and normal cortex anteriorly formed almost a straight line.

図 1 放射線性白内障の水晶体

(A) 水晶体後囊と下部皮質間の無定形崩壊物と空間。  
(B) 白内障変性帯の周囲は厚く多くの空胞を含んでいる。  
(F) 後部の白内障皮質と正常皮質の間の接点は前部で殆んど直線を作っている。



The epithelium was composed of a single layer of cells which varied in thickness and in the spacing of the nuclei. There were some areas which were fairly normal and others where the epithelium tapered gradually to a thin strand. In the latter areas the nuclei were elongated, irregular in shape, and occasionally pyknotic. There was no extension of the epithelium beneath the posterior capsule.

The epithelial cells at the equator also were

上皮は一層の細胞からなっており、細胞の厚さと核の間隔は一定でない。かなり正常である部分もあるが、上皮が次第に薄くなり細い糸のようにになっている部分があり、この部分では、核は伸長して形状が不規則で、時には核の濃縮があった。上皮は後囊下には伸びていない。

赤道部における上皮細胞の形状および分布も不規則



irregular in shape and in distribution. The nuclei of the peripheral lens fibers at the equator were very irregular in shape and sparse in distribution. Many of the lens fibers showed vacuolation.

*Lens cortex.* There was a clear-cut demarcation between the normal cortex centrally and the peripheral cataractous band. There were no normal lens fibers peripheral to the zone of normal cortex.

Anteriorly, this layer of damaged cortex was thinner than that of the posterior lens. It varied in thickness and the fibers showed some vacuolar degeneration. The lens fibers beneath the anterior capsule were replaced by an amorphous granular material which stained deeply with eosin.

Posteriorly, the cataractous cortex was quite

であった。赤道部における周辺部水晶体線維の核は形が極めて不規則で分布が粗であった。水晶体線維の多くには空胞形成があった。

**水晶体皮質** 中心部の正常な皮質と周辺の白内障帯との間にははっきりした境界があった。正常な皮質帯よりの周辺部分には正常な水晶体線維は無かった。

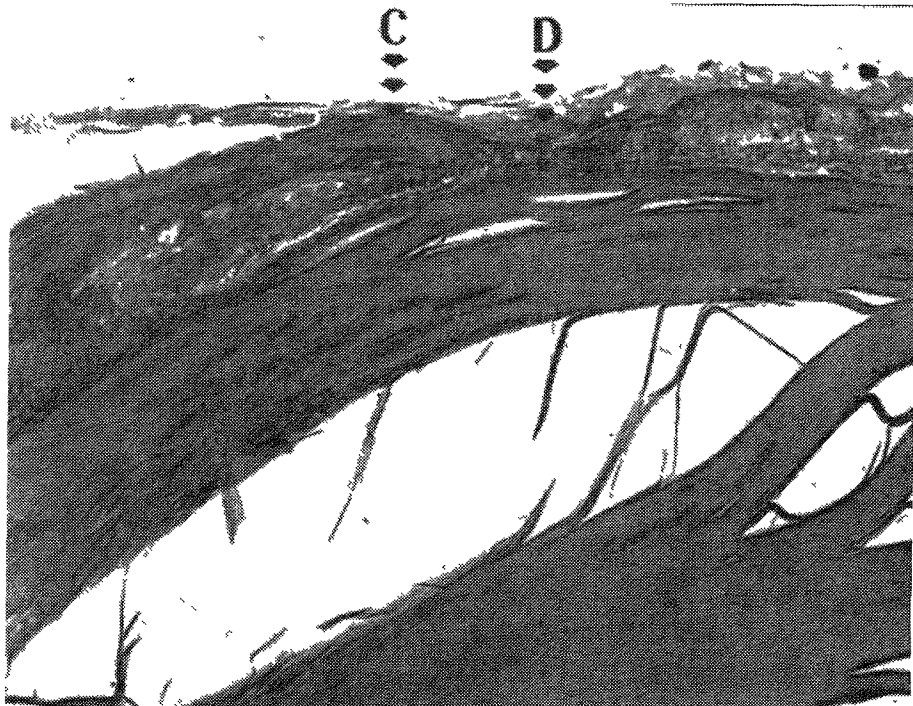
前部の損傷した皮質は、水晶体後部のそれよりも薄かった。その厚さは一定ではなく、線維に若干の空胞変性があった。前囊下の水晶体線維は、無定形の顆粒状物質によっておきかえられており、これはエオジンによって濃染された。

後部では、皮質の白内障部分の境界は極めて解明て

Fig. 2 Lens cortex

(C) Strands of normal staining lens fibers. (D) The peripheral area of cataractous cortex ended abruptly.

図 2 水晶体の皮質  
(C) 正常染色水晶体線維のより (D) 白内障皮質帯の周囲は急に切れている。



sharply demarcated. Peripherally the zone of cataractous degeneration was thicker and contained more vacuoles (Fig. 1-B). Within the amorphous and granular staining material there were strands of normal staining lens fibers (Fig. 2-C).

At the junction of the outer and the middle third of the posterior surface, this peripheral area of cataractous cortex ended abruptly (Fig. 2-D). In the middle third a semicollapsed space was present containing clumps of amorphous debris (Fig. 3-E). The junction between this posterior cataractous cortex and normal cortex anteriorly was well defined and formed almost a straight line (Fig. 1-F).

The remainder of the cortex and nucleus were normal.

あった。白内障変性帯の周辺部はより厚く、より多くの空胞を含んでいた(図1-B)。無定形の顆粒状染色物質の中には、正常に染色される水晶体線維の列があった(図2-C)。

後面の周辺部および中央部との移行部で、皮質の周辺部の白内障部分は一気に終わっている(図2-D)。中央部に無定形崩壊物の塊を含む半虚脱空間があった(図3-E)。この後部白内障皮質とその前の正常な皮質との間の境界は鮮明で、殆んど直線であった(図1-F)。

皮質のその他の部分および水晶体核は正常であった。

Fig. 3 Lens cortex

(E) In the middle third there was a semicollapsed space containing clumps of amorphous debris.

図3 水晶体の皮質  
(E) 真中の皮質の中に無定形崩壊物の塊をもつ半ば崩壊した空間がある。



## DISCUSSION

The correlation between the clinical findings and the histologic sections of this radiation cataract is interesting.

## 考 按

この放射線性白内障の臨床所見と組織学的切片との相関関係は興味がある。

Fig. 4 A diagrammatic representation of the findings on ophthalmoscopic and slitlamp examination

図 4 検眼鏡と細隙灯検査による所見の図示

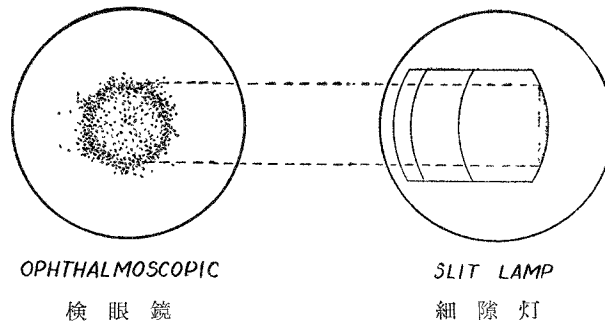


Figure 4 shows a diagrammatic representation of the findings on ophthalmoscopic and slitlamp examination. This plano-convex opacity, which is seen in more advanced radiation cataracts, is almost entirely confined to the posterior subcapsular area. The plano-surface is formed by the junction between normal lens fibers anteriorly and degenerated lens fibers posteriorly. The convex portion is formed by posterior capsule. The clear area in the center is probably composed of a gelatinous liquefied material derived from the lens fibers containing the small particles which reflect light brilliantly on examination with the biomicroscope.

The microscopic sections of the lens show (Fig. 3) the posterior capsule to be wrinkled, thickened, and collapsed. This finding may be the result of liquefaction of the central part of the posterior subcapsular opacity with dehydration during the process of preparing the specimen for microscopic examination. It is probable that the loss of this fluid releases the tension on the posterior capsule causing it to become thicker and wrinkled.

The original injury to the lens probably damages the epithelium. The observation that there were no normal lens fibers peripheral to the cataract makes it seem likely the lens opacity progresses because the epithelium is irreversibly damaged. The changes in the equatorial lens epithelium and nuclei of the peripheral lens fibers would seem to verify this observation.

図4は検眼鏡検査および細隙灯検査の所見を図示したものである。進行程度が一段と進んだ放射線性白内障に見られるこの平凸混濁は殆んど完全に後囊下に限定されている。平面は前方の正常な水晶体線維と後方の変性した水晶体線維との境界によって形作られている。凸面は後囊によって形作られている。中心の明るい部分は水晶体線維からできた膠様の液化物質から恐らく成っており、この中には細隙灯検査の際光線を輝かして反射する微粒子を含んでいる。

水晶体の顕微鏡切片(図3)では後囊の皺襞形成、肥厚および虚脱を認める。この所見は顕微鏡標本作成の過程における脱水による後囊下混濁の中心部の液化の結果であるかも知れない。

液の喪失により後囊における緊張は解除され、その結果後囊の肥厚と皺襞が出来たと考えられる。

水晶体における最初の傷害は恐らく上皮に起る。白内障の周辺部には正常な水晶体線維がなかったという観察から、上皮の不可逆的な傷害のために、水晶体混濁が進行する公算があるように思われる。赤道部水晶体上皮および周辺水晶体線維の核における変化は、この観察を確認するよう思われる。

Okusawa (1933),<sup>3</sup> after producing experimental radiation cataracts in rabbits, concluded that the lens epithelium was the site of the original injury.

Grzedzielski (1935)<sup>4</sup> reported histopathologic studies of two lenses with radiation cataracts and concluded that the cataract was formed because of an injury to the lens epithelial cells.

Leinfelder (1936)<sup>5</sup> came to the same conclusion, adding that the cataractous changes in the severely irradiated lens may progress, while those which are less intensively irradiated do not. It appears that progression of this type of cataract depends on whether the cells of the lens epithelium are permanently damaged or not.

Tamura *et al*<sup>6</sup> studied sections of 48 eyeballs from atomic bomb victims who died of a severe radiation illness. They found six eyes exhibiting vacuoles in the lens fibers of equatorial sections of the lens. In two of these eyes the nuclei of the equatorial lens cells were degenerated and there was evidence of swelling and disintegration of a thin layer of cortex beneath the anterior and posterior capsules. It is possible these were the result of late fixation of the eyes.

The atomic bomb radiation cataracts were undoubtedly caused by the initial radiation; that is, gamma rays and neutrons. Both are highly capable of causing physiologic damage to the tissues of the body including the lens. Even though the lethal range of neutrons is relatively short, their high biologic effectiveness suggests that they were at least a contributory factor in many of the cases.<sup>7</sup>

Evans (1948)<sup>8</sup> has produced experimental cataracts by means of controlled neutron irradiation. That gamma rays produce cataracts has been known since Chaluppecky (1897)<sup>9</sup> first produced them experimentally.

The pathogenesis of radiation cataracts or any other body effects due to radiation is not known.

奥沢(1933)<sup>3</sup>は兎に実験的放射線性白内障を発生せしめた後、水晶体上皮に最初の傷害があったと結論している。

Grzedzielski (1935)<sup>4</sup>は放射線性白内障のある2つの水晶体の組織病理学的研究を報告し、白内障は水晶体上皮細胞における傷害によって出来たものであると結論している。

Leinfelder (1936)<sup>5</sup>も同じ結論に達しており、強度の放射線を受けた水晶体の白内障性変化は進行するかも知れないが、放射線の程度が少ないものは進行しないということを付け加えている。この種の白内障の進行は、水晶体上皮の細胞に恒久的な傷害があるかどうかによって決まるようである。

田村ら<sup>6</sup>は強度の放射線性疾患で死亡した原爆犠牲者の48眼の切片を研究し、6眼に水晶体赤道部の水晶体線維に空胞を発見した。この中2眼には、赤道部水晶体細胞の核か変性、前囊下および後囊下の皮質の薄い層に腫脹および崩壊の形跡を認めた。これは眼の固定が遅かった結果である可能性がある。

原爆放射線性白内障は初期放射線、すなわちガンマ線および中性子によって引き起された事は疑いのない事実である。これらの放射線は共に、水晶体を含む全身の組織にも著しい生理的な傷害を与えることが出来るのである。中性子の致死範囲は比較的短かいが、その生物学的効果の大きいことは、多くの症例において、中性子が少なくとも一つの有力な要因であることを暗示している。<sup>7</sup>

Evans (1948)<sup>8</sup>は制御された中性子照射によって実験的白内障の発生に成功した。ガンマ線か白内障を引き起こすことは、Chaluppecky (1897)<sup>9</sup>が初めて実験的に白内障を発生せしめて以来知られている。

放射線性白内障又は放射線によるその他の身体的影響の病因は知られていない。電離放射線による生物学

There are many theories proposed to explain the biologic effects due to ionizing radiation. However, the initial effect of gamma rays and neutrons must be on the lens epithelial cells.

Generally, any body damage by radiation originates in the individual cells and it is the nucleus of the cell which reacts to the irradiation. In the lens the only cells with a nucleus are the lens epithelium and the equatorial lens fibers.

Epithelial cells are generally quite sensitive to irradiation. Also the equatorial lens epithelium is actively producing lens fibers at all times and again such active cells are more sensitive to irradiation.

Thus, it appears that both gamma rays and neutrons from the initial radiation of the atomic burst produced ionization in the lens epithelial cell nucleus. The cataracts are the physiologic result of the initial damage to the lens epithelium.

It is not known why the posterior subcapsular area is affected more than the anterior lens. Clinically, radiation cataracts first appear at the posterior pole. Microscopic examination shows definitely that the posterior subcapsular cortex is involved more than the anterior subcapsular cortex.

It is conceivable that the lens fibers of the posterior pole have a poorer nutrition because of the lack of lens epithelium. It has been shown by Kinsey<sup>10</sup> that there is a greater metabolic transfer through the anterior surface of the lens than the posterior surface.

## SUMMARY

This is the first report of a histopathologic study of atomic bomb radiation cataract. The case was followed periodically for two years. The onset of poor visual acuity occurred two

的影響を説明するために多くの学説が出されている。しかし、ガンマー線および中性子の最初の影響は水晶体上皮細胞に現われるに違いない。

一般的に、放射線による如何なる身体的傷害も個々の細胞から始まるもので、照射に反応するのは細胞の核である。水晶体では核を有する唯一の細胞は水晶体上皮と赤道部水晶体線維である。

上皮細胞は一般に照射に対して全く敏感である。また、赤道部水晶体上皮は常に水晶体線維を活潑に作っている。このような活動性細胞は放射線照射に対して一層敏感である。

かくて、原爆の初期放射線のガンマー線および中性子は、水晶体上皮細胞核において電離を生じたようである。白内障は水晶体上皮における初期傷害の生理学的結果である。

何故前部水晶体よりも後嚢下部がおかされることか多いかは分らない。臨床的に放射線性白内障は最初後極に現われる。顕微鏡検査の結果でも、前嚢下皮質よりも後嚢下皮質が強度におかされることがはっきり分る。

後極の水晶体線維は、水晶体上皮の欠如のため、栄養がより不良であるということが考えられる。Kinsey<sup>10</sup>は水晶体の後面よりも前面を通してより多くの代謝物質が運はれることを示している。

## 総 括

これは原爆放射線性白内障の組織病理学的研究の最初の報告である。この症例は2年間定期的に経過観察を行なった。視力減退は被爆2年後に起った。一方

years after exposure to the atomic bomb burst. An intracapsular cataract extraction was performed on one lens and studies were made.

This lens was particularly interesting for it showed a plano-convex form of posterior polar opacity, first described by Rohrschneider.

Clinically and histopathologically, atomic bomb radiation cataracts are similar to those produced by roentgen rays and radium.

の水晶体に対して囊内白内障摘出を行ない、これを研究した。

この水晶体は、最初に Rohrschneider が述べた平凸型の後囊混濁を示していたので、特に興味深いものであった。

臨床的に又組織病理学的に原爆放射線性白内障はレントゲン線およびラジウムによって生ずるものと同様である。

## REFERENCES

### 参 考 文 献

1. Cogan DG, Martin SF, Kimura SJ : Atomic bomb cataracts. Science 110 : 654-5, 1949  
(原爆白内障)
2. Rohrschneider W : Klinischer Beitrag zur Entstehung und Morphologie der Röntgenstrahlenkataract. Arch f Ophth 122 : 282, 1929  
(放射線白内障の成因及び形状に対する臨床的考察)
3. Okusawa T : Die experimentelle Untersuchung über die durch Röntgenstrahlen verursachten Veränderungen des Linsenepithels. Acta Soc Ophth Jap 37 : 814-35, 1933  
(放射線照射によるレンズ上皮の変化に就いての実験的診断)
4. Grzedzielski J : Zur Histologie der Röntgenkataract. Klin Monatsbl f Augenh 95 : 360-9, 1935  
(放射線白内障の組織像について)
5. Leinfelder PJ, Kerr HD : Roentgen ray cataract. Amer J Ophthal 19 : 739-56, 1936  
(レントゲン線による白内障)
6. 田村茂美, 生井 浩ら : 原子爆弾による眼障害の臨床所見. 眼科臨床医報 40 (5) : 90, 1946  
(Tamura S, Ikui H, et al : Ocular lesions from the atomic bomb. Ganka Rinsho Iho-Pract Ophthal)
7. The Effect of Atomic Weapons. US Gov Ptg Office, Sept 1950  
(原子兵器の効果)
8. Evans TD : Effects of small daily doses of fast neutrons on mice. Radiology 50 : 811-34, 1948  
(速中性子の少量毎日照射の甘日ねずみにおよぼす影響)
9. Chaluppecky : Ueber die Wirkung der Röntgenstrahlen auf des Auges und die Haut. Cent f Augenh 21 : 234, 267, 308, 1897  
(眼球及び皮膚に対する放射線照射の作用機序について)
10. Kinsey EV : Personal communication  
(私 信)

## MEDICAL EXAMINATION OF HIROSHIMA PATIENTS WITH RADIATION CATARACTS

### 放射線性白内障を有する広島被爆者の診察

PAUL G. FILLMORE, M. D.

Radiation cataracts, the first late manifestation of exposure to atomic bomb radiation reported in man, have been described by Cogan, Martin, and Kimura,<sup>1</sup> and Cogan, Martin, Kimura, and Ikui.<sup>2</sup> Kimura<sup>3</sup> reported 98 Hiroshima patients with radiation cataracts. Eighty-five of the 98 were among 922 survivors 1000 m or less from the hypocenter, an incidence of 9.8%.

This group of 98 patients with radiation cataracts is a select group because all were unquestionably exposed and all show unmistakable delayed response to radiation injury. Seventy-eight of them have been examined by the medical department of the Atomic Bomb Casualty Commission Clinic in Hiroshima in an effort to discover if other late manifestations of radiation injury exist. The examinations were performed approximately five years after exposure.

The group comprised 45 men and 33 women between the ages of 12 and 69 years, and they had been from 150 to 1240 m from the hypocenter; 64 were between 700 and 1099 m. Detailed radiation and medical histories were obtained, and physical examinations were performed. Roentgenograms of the chest and blood, and urine and stool specimens were examined. Thirty-four patients were proctoscoped, and sternal marrow specimens were obtained from 27 patients. Additional diagnostic studies were performed as indicated.

Symptoms presumably produced by acute radiation were vomiting, fever, diarrhea, oropharyngeal lesions, bleeding gums, purpura,

放射線性白内障は、人間において最初に認められた原子爆弾放射線被曝の後影響である。これについては、すでに Cogan, Martin および Kimura,<sup>1</sup> 並びに Cogan, Martin, Kimura および Ikui<sup>2</sup> の報告がある。Kimura<sup>3</sup> は放射線性白内障を有する広島被爆者98例について報告した。この98例中85例は、爆心地より1000m以内の被爆生存者922名中に見出されており、これは9.8%の発生率である。

放射線性白内障を有するこの98名全員は、明らかに放射線を受けており、放射線損傷に対し明白な遅発性反応を示す特別な集団である。その中78名について、その他の放射線損傷の後影響があるかどうかを発見するため、広島の原因傷害調査委員会臨床部において被爆後約5年経てから、この検査が行なわれた。

この集団は、爆心から150～1240mの間にいた者で年齢12才から69才までの男子45名および女子33名より構成されている。その中64名は700～1099mの間にいた。詳細な被爆歴および病歴が入手され、身体検査が実施された。胸部レントゲン検査、血液検査、検尿および検便が行なわれた。34名について直腸鏡検査が行なわれ、27名から胸骨骨髓標本を入手した。更に必要に応じてその他の診断、検査が実施された。

恐らく急激な放射線によって引き起こされたと思われる症状は嘔吐、発熱、下痢、咽頭口腔部の病変、出

Reprinted by permission from Science. Originally appeared September 1952, Vol. 116, pp. 322-3.

epilation, amenorrhea, and abnormal periods after amenorrhea. At least 50% of the patients experienced fever, purpura, epilation, amenorrhea, and vomiting on the day of exposure, suggesting that at least half of them received severe irradiation.

Forty-six of the 78 patients received mechanical injuries described as minor lacerations and penetrating wounds from flying glass and other small objects. Several patients were bruised by falling beams and roofs, but the only major injury was a depressed skull fracture. As far as could be determined, all injuries resulted from indirect blast effects. Small thermal flash burns occurred in 15 patients. Five of the burned patients were free from flash burn scars, suggesting partial shielding from thermal injury. One scar resembled a keloid.

Seventy-seven of the 78 patients experienced scalp epilation. This observation suggests that a cataractogenic dose will produce some degree of scalp epilation in the majority of patients.

Two males and one female above 39 years of age had diastolic blood pressures of 100 mm Hg or higher. The remaining individuals had blood pressure recordings within the usual range. Thirty-six patients had scars from burns and or wounds sustained at the time of the explosion. The majority were minor and showed only small amounts of scar tissue. Radiation cataract was the only physical finding attributed to the late effects of the atomic bomb.

At the time of the study the hematological findings did not disclose any blood dyscrasias. Two patients with radiation cataracts have developed acute leukemia, one of them subsequent to her examination in this study and one child not included in this report. The aspiration sternal marrow specimens obtained on 27 patients were compatible with the peripheral hematological findings.

Chest films, stool and urine examinations, and

血性爾臑, 紫斑, 脱毛, 無月経および無月経後の月経異常等であった。患者の少なくとも50%が, 被爆当日, 発熱, 紫斑, 脱毛, 無月経および嘔吐を体験したが, これは少なくともその半数が強度の放射線照射を受けたことを示唆する。

78名のうち46名が, 飛来ガラスおよびその他の小さな物体による軽度の裂傷および貫通創として記述された機械的損傷を受けた。数名は倒壊した柱や屋根による打撲傷を受けたが, 唯一の重傷は, 頭蓋骨陥没骨折であった。判定し得る限りでは損傷は何れも爆風による間接的影響によるものであった。軽度の熱傷が15名に起った。その熱傷患者のうち5名には熱傷瘢痕はなく, これは熱損傷に対し部分的に遮蔽されていたことを示唆する。1名の瘢痕はケロイドに似ていた。

78名のうち77名が頭髪の脱毛を体験した。この観察から, 白内障が発生する程度の線量は大多数の患者にある程度の頭髪の脱毛をおこすものと思われる。

39才以上の男性2名および女性1名に, 心臓拡張期血圧が100 mmHg以上であった。その他の人々では, 血圧の記録は正常範囲内であった。36名に原爆時に受けた火傷ないしは創傷による瘢痕があった。大多数は軽度で, 瘢痕組織は僅かであって, 放射線性白内障が原子爆弾の後影響に帰属される唯一の診察所見であった。

診察時の血液学的所見では血液疾患はみられなかった。放射線性白内障を有する2名に急性白血病が生じたが, そのうちの1名はこの研究の後に生じ, 他の1名は子供でこの調査に入っていない。27名から得た胸骨髄液の検査所見は, 末梢血液検査所見と一致していた。

胸部x線写真, 検便および検尿, 並びに血清梅毒検



serological tests for syphilis revealed no abnormalities that could be attributed to the atomic bomb. The histories did not reveal any information which suggested late effects of the atomic bomb other than visual complaints.

The shielding factor was not studied. The greatest number of patients with cataract formation in this series was 700-1000 m from the hypocenter. No cataracts have been found in the survivors in this report that were in the Fukuya Department Store, a reinforced concrete building 800 m from the hypocenter, where shielding was afforded.

査において、原爆に帰し得るような異常は何も認めなかった。病歴において、視力に関する訴え以外には原爆の後影響を思わせる資料は何も認めなかった。

遮蔽の要内は検討しなかった。本研究において白内障を有する患者の大多数は、爆心地より700～1000mであった。爆心地から800m離れた鉄筋コンクリート建ての福屋百貨店にいた被爆者には、遮蔽されていたので白内障は認められなかった。

## REFERENCES

### 参 考 文 献

1. Cogan DG, Martin SF, Kimura SJ: Atom bomb cataracts. Science 110:654-5, 1949.  
(原爆白内障)
2. Cogan DG, Martin SF, et al: Ophthalmologic survey of atomic bomb survivors in Japan, 1949. Trans Amer Ophthal Soc 48:62-87, 1950.  
(1949年に日本において行なった原爆被爆生存者の眼科的調査)
3. Kimura SJ: Ophthalmology survey: Hiroshima report August 1949. Unpublished  
(眼科的調査報告 広島 1949年8月 未発表)