

**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

DAVID G. COGAN, M.D.
S. FORREST MARTIN, M.D.
SAMUEL J. KIMURA, M.D.
HIROSHI IKUI, M.D. 生井 浩

**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.
HIROSHI IKUI, M.D. 生井 浩

**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.



THE ABCC TECHNICAL REPORT SERIES
A B C C 業績報告集

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

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

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

DAVID G. COGAN, M.D.¹

S. FORREST MARTIN, M.D.²

SAMUEL J. KIMURA, M.D.²

HIROSHI IKUI, M.D.³ 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



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

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

原爆傷害調査委員会

広島および長崎

米国学士院 - 学術会議と厚生省国立予防衛生研究所
との日米共同調査研究機関

(米原子力委員会、厚生省国立予防衛生研究所および米国家衛生局の研究費による)

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 (ABCC) 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早く着手された。

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,¹ 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、最高司令官の勧告によって「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 Coursey¹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は多かった。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離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,² 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 Hata³ on perforation of the eye with glass and separation of the retina by contusion; by Shoji⁴ on cataracts occurring within a few weeks after the explosion and presumably due to the direct effect of the blast; by Ikui^{5,6} on ectropion of the lid from burns of the face and on concussion cataract; and by Koyama and Sasaki⁷ on burns of the cornea and retina. A brief report on the acute effects of the Hiroshima eye casualties was also given by Yoshimoto⁸ and Shoji.⁴

The first ocular study of any considerable series was made by Tamura, Ikui, Nakano, Hiwatashi, and Oshio,⁹ 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²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³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⁴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^{5,6}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⁷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⁸および庄司⁴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⁹が行ない、被爆時に爆心地より 2000m 以内にいた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 study¹⁰ 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 Schlaegel¹¹ 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¹⁰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。臨床上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、水晶体嚢下の赤道部細胞の核変性を2例に認め、前後両嚢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 Schlaegel¹¹ が報告し、水晶体後嚢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 Miura¹² によって行なわれたが、こ

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

The only instance of burn of the retina to have been reported is that of Koyama and Sasaki.⁷ 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.

Benkwith¹⁴ described in detail an instance of retinal hemorrhage with radiation disease, and Hirose¹⁵ found retinal hemorrhages in 62 of 164 patients with presumed radiation sickness. Tanaka¹⁶ 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,¹⁷ 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,¹⁸ 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 Wilder¹³ 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⁷ 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。

Benkwith¹⁴ 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¹⁵ 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¹⁶ 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Flick¹⁷ 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。

本稿執筆時までに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¹⁸ 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

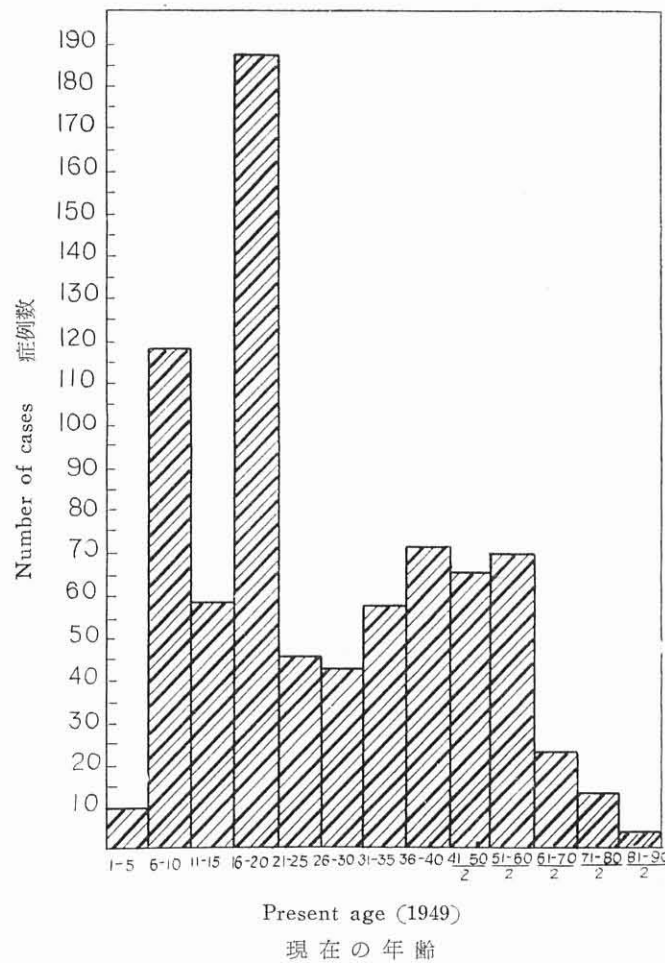
患 者

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

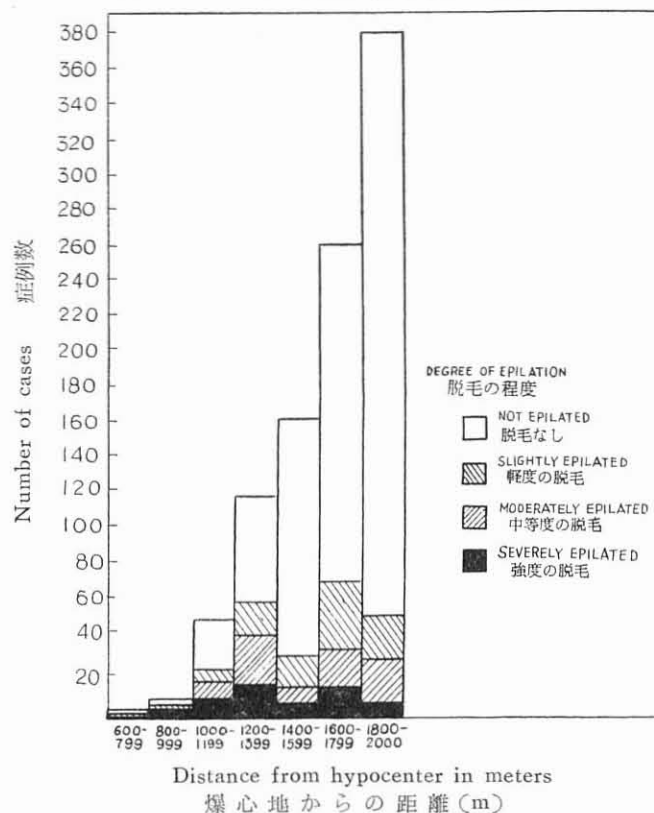


FIGURE 3. DISTRIBUTION BY AGE, 1000-METER SURVEY

図 3 1000m 調査対象群の年齢別分布

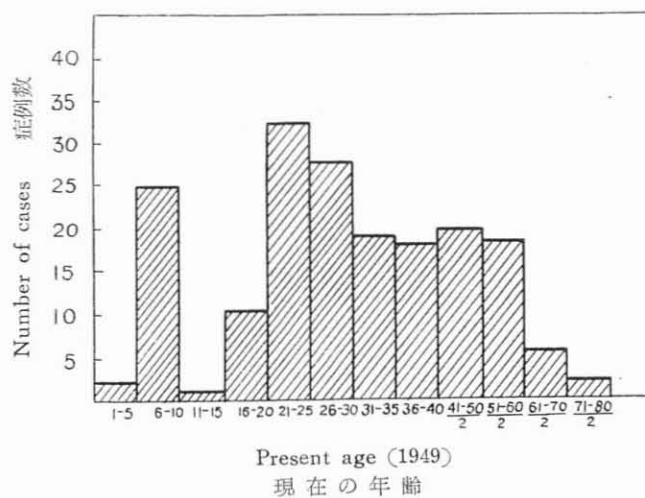
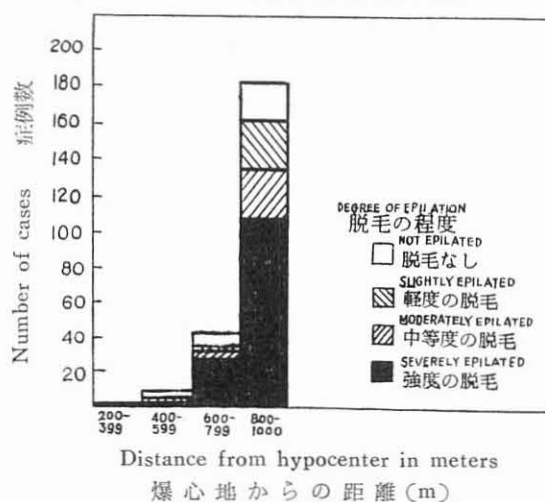


FIGURE 4. EPILATION, 1000-METER SURVEY

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.

RESULTS

GROUP 1 (a)

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

A. Subjective Visual Phenomena

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

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ABCC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る者を区別した。

結 果

第 1 群 (a)

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. 自覚的視力障害

殆んど全員が明るい閃光に気付き、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

生じたとする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名のみに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。一因としては、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時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ボタン状白内障, 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が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ありうと思われる。

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剥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、できるだけ愉快地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名のみに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

原爆との関係の有意性は疑わしいが、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

涙囊炎: 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に、さらに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

眼球瘻: 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ジオプターの両眼近視が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名のみに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 cornea 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例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一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名に一側性黄斑変性があった。他の1名に一側性脈絡膜欠損、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名のみにみられた。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

涙囊閉鎖症 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, デスメー膜破裂 (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關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450 m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,⁷ 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。現在の白内障はその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ではないし、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⁷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ABCC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が、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地から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、建造物のしつ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、 $2\frac{1}{4}$ 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4 mmの範囲の混濁で、時折りもっと周縁部にも斑点があった。所見は両眼ではほぼ対称性であった。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.¹⁹ 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。¹⁹ 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いない。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。市内電車内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が、これは放射線白内障を示すとは考えられなかった、が最終的診断は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才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滨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

only one person showed any possible evidence of retinal or nervous system damage. This patient,⁷ 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と思われた。本患者⁷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、空の方を見ていたが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。平面視野計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瘻を伴う眼球貫通創は21例に認められ、その中4例で両眼が貫かれていた。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瘻痕があった。その理由は不明であるが、これらの瘻痕はしばしば明瞭な青色であった。この変色の原因が瘻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。眼瞼の瘢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。顔のざ病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、眼科医に尋ねたところでは、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が、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ればそれは如何なるものであるかを決定することが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巷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症状があるか、あるいは過去に経験した人々を検査した。原爆に関連した眼症状には次のものがあつた。すなわち、眼および眼瞼の種々の損傷、紫外線および電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症状であつた。

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が、必ずしも放射線疾患はなかった。被爆時年齢は13から55才までであつた。3名は女性で、7名は男性であつた。

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 $2\frac{1}{2}$ 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. 吉本良槌: 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. 田中洋太郎 : 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)