

**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、A B C C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、A B C C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A B C C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A B C C職員及び関係方面にのみ配布する。

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.¹
HIROSHI IKUI, M.D.² 生井 浩

(Originally published 1951 既発表)

Division of Ophthalmology, University of California School of Medicine¹ and
Department of Ophthalmology, Kyushu University School of Medicine²
California 大学医学部眼科学教室¹ および九州大学医学部眼科学教室²



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

米国学士院一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れた 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

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*¹). 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).² 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

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

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¹)。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線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)² 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

T.H. (M.F. # [redacted]*), 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. # [redacted]*), 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。強度の渇を覚え, 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腐肉形成が始まり, 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/mm³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「ドーナツ」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.)によって囊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ジンに包埋した。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2 $\frac{1}{3}$ mm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。この環状混濁は後囊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。

水晶体囊 厚さは正常、水晶体後囊の中央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.

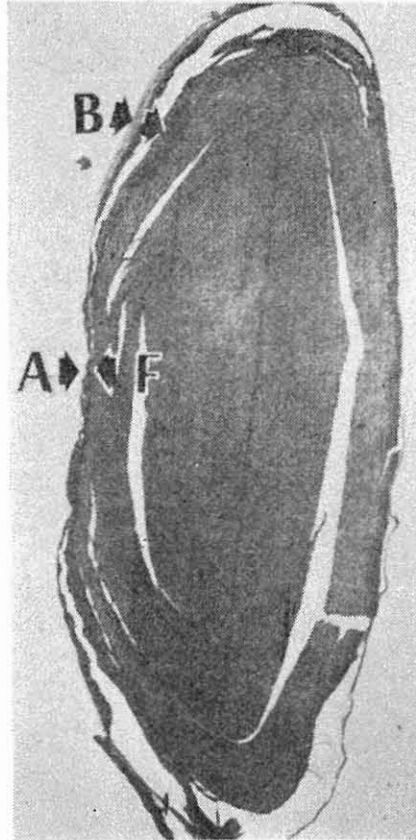
九州大学医学部眼科で顕微鏡標本の作成と染色を行なった。

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。

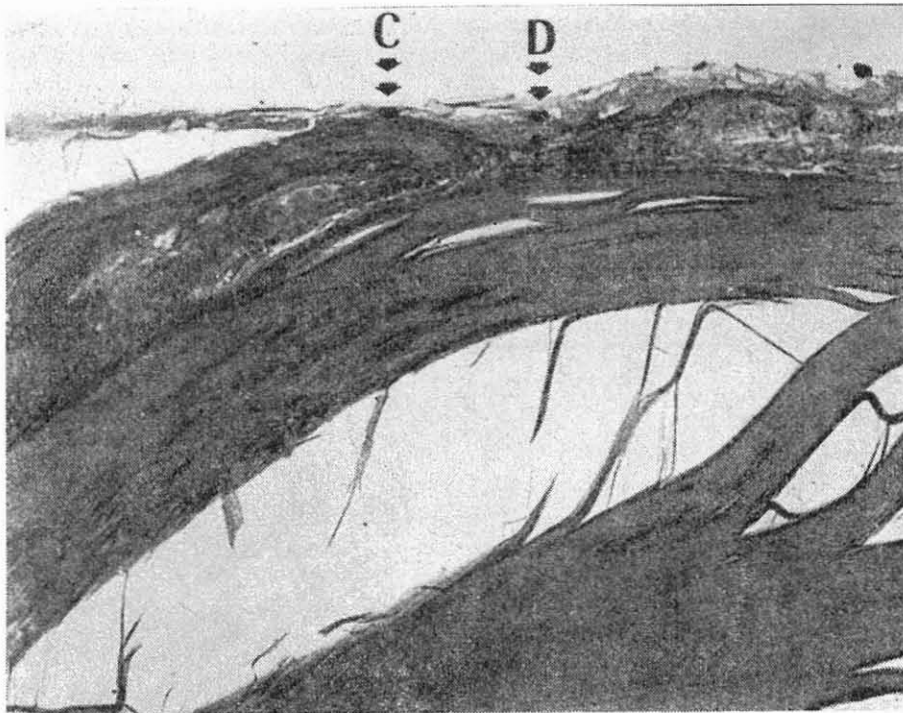
水晶体皮質 中心部の正常な皮質と周辺の白内障帯との間にははっきりした境界があった。正常な皮質帯よりの周辺部分には正常な水晶体線維は無かった。

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鮮明で

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.

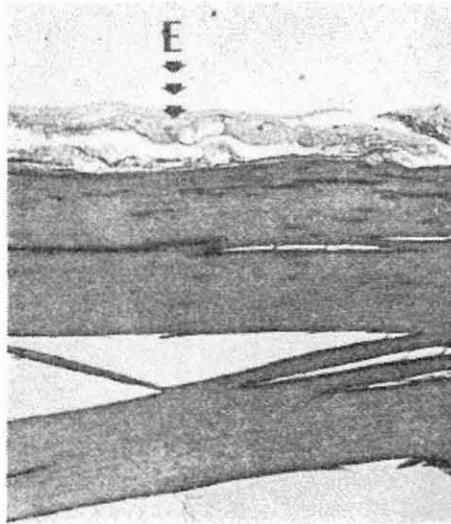
あった。白内障変性帯の周辺部はより厚く、より多くの空胞を含んでいた(図1-B)。無定形の顆粒状染色物質の中には、正常に染色される水晶体線維の列があった(図2-C)。

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急に終わっている(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)。この後部白内障性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

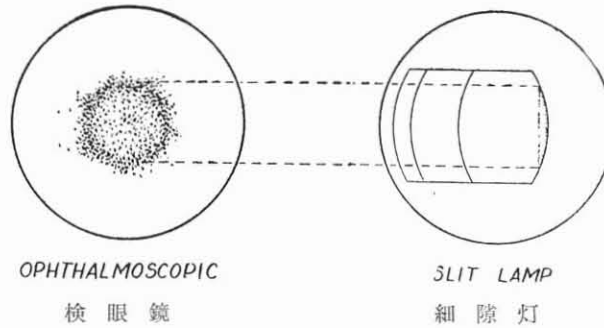


Figure 4 shows a diagrammatic representation of the findings on ophthalmoscopic and slitlamp examination. This plano-convex opacity, which is seen in more advanced radiation cataracts, is almost entirely confined to the posterior subcapsular area. The plano-surface is formed by the junction between normal 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に思われる。

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

Grzedzielski (1935)⁴ 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)⁵ 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*⁶ 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.⁷

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

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

奥沢 (1933)³ 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)⁴ 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)⁵ 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⁶ 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が変性、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、すなわちガンマー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。⁷

Evans (1948)⁸ 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。ガンマー線が白内障を引き起こすことは、Chaluppecky (1897)⁹ 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 Kinsey¹⁰ 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が多いかは分らない。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。Kinsey¹⁰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ば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廿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)