

SKIN AGING AND HAIR GRAYING IN HIROSHIMA

広島調査対象者における皮膚老化と白髪の発生

JAMES W. HOLLINGSWORTH, M.D.

GORO ISHII, B. Sc. (石井吾郎)

ROBERT A. CONARD, 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。

SKIN AGING AND HAIR GRAYING IN HIROSHIMA

広島調査対象者における皮膚老化と白髪の発生

JAMES W. HOLLINGSWORTH, M.D.¹
GORO ISHII, B. Sc.² (石井吾郎)
ROBERT A. CONARD, M.D.³

From the ABCC Departments of Medicine¹ and Statistics²
and Consultant from the Medical Research Center,
Brookhaven National Laboratory, Upton, New York³

A B C C 臨床部¹ および統計部,² ニューヨーク州, アップトン市,
ブルックヘーヴン国立研究所内医学研究室よりの顧問³



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
Hiroshima - Nagasaki, Japan

A Research Agency of the
U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL
under a grant from

U. S. ATOMIC ENERGY COMMISSION
administered in cooperation with the

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

原爆傷害調査委員会

広島一長崎

厚生省国立予防衛生研究所

と共同運営される

米国学士院一学術会議の在日調査研究機関

(米国原子力委員会研究費に依る)

ACKNOWLEDGMENT

感謝の言葉

The observations reported in this paper were performed by the nursing service of the Atomic Bomb Casualty Commission. We would like to thank especially Miss Chiyoko Watanabe, Chief Nurse; Mrs. Kiyoko Minato; and Miss Chiyo Waki.

この報告書で発表した観察はA B C Cの看護課によって実施された。特に婦長渡辺千代子氏，湊 潔子氏，および脇 千代氏に謝意を表す。

TABLE OF CONTENTS

目次

	<i>Page</i>
List of Tables and Figures	1
挿入図表一覧表	
Introduction	1
緒言	
Methods	2
方法	
Composition of the Sample	2
サンプルの構成	
Estimate of Age	4
年齢の推定	
Skin Retractility, Skin Fold Size, and Skin Looseness	4
皮膚退縮性, 皮壁の厚さ, および皮膚弛緩性	
Hair Graying	6
白髪	
Results	6
結果	
Age Estimate	6
年齢の推定	
Skin Retractility	7
皮膚退縮性	
Skin Looseness	7
皮膚弛緩性	
Skin Fold Length	8
皮壁の長さ	
Hair Graying	9
白髪の発生	
Discussion	13
考按	
Summary	14
総括	
References	15
参考文献	

LIST OF TABLES AND FIGURES

挿入図表一覧表

		<i>Page</i>
Table 表	1. Distribution of sample by age, sex, and exposure group 皮膚観察のためのサンプルの年齢別、性別および被爆分類群別分布	5
	2. Difference between estimated and actual chronological age by sex and exposure group 性別および被爆群別による推定年齢と実年齢の差	7
	3. Percentage of patients whose skin folds were caught, by age and exposure group 皮壁が捕えられた患者の年齢別および被爆分類群別百分率	9
	4. Mean length of neck fold in centimeters by age, sex, and exposure group with standard deviation by age 頸部皮壁のcm単位の長さの年齢別、性別および被爆分類群別の平均値並びに年齢別標準偏差	9
	5. Hair graying by age at examination, sex, and exposure group 被爆分類群別、性別および検査時年齢別の白髪観察	10
	6. Age at onset of gray hair, estimated mean and standard deviation by sex and exposure group 白髪の発生が始まる年齢の性別および被爆分類群別推定平均値および標準偏差	11
	7. Arbitrary graying score in relation to age, regression and correlation coefficients, by sex and exposure group 白髪の任意評価標準の年齢別、性別および被爆分類群別の回帰係数並びに線形相関係数	12
Figure 図	1. Age and sex composition of entire adult health study sample, Hiroshima 広島の成人健康調査全サンプルの年齢別および性別構成	3
	2. Multipurpose spring pincer-caliper used for skin retractility, skin fold size, and skin looseness tests 皮膚退縮性、皮壁の大きさおよび皮膚弛緩性検査で使用した多目的スプリング付きはさみ尺	5
	3. Mean time for skin to flatten completely, by age and exposure group 皮膚が完全に偏平になるに要する時間の年齢別および被爆分類群別平均値	8

SKIN AGING AND HAIR GRAYING IN HIROSHIMA

広島調査対象者における皮膚老化と白髪の発生

INTRODUCTION

Changes inherent in skin aging provide the major indices by which chronologic age is commonly estimated, although hair graying and postural changes enter into the total impression of age. Pathologically, loss of subcutaneous fat accompanied by decrease in skin elasticity provides most of the basis for skin change with age.¹ More subtle changes in vascularity and skin color contribute to the loss of the fresh appearance of the very young.

At the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC), studying the delayed consequences of the 1945 atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki, investigators have a particular interest in aging. In many experiments in rodents, irradiation has produced life shortening, and it has been thought that such life shortening resulted not only from the induction of specific diseases by irradiation but also from a nonspecific aging acceleration.^{2,3} Warren⁴ postulated a life shortening effect in American radiologists, but subsequent more refined statistical analysis of his data negates this finding.⁵ The possibility that irradiation accelerates aging deserves further investigation, especially in the survivors of the atomic bombings of Japan, since this population is by far the largest group of humans who have received large quantities of essentially total body irradiation. Therefore, a number of physiologic investigations of aging have been undertaken and a life span study has been initiated.

Hair graying is of particular interest as a late radiation sequela because of the sensitivity of the melanin-producing cells

緒言

普通年齢を推定する場合、皮膚老化の特有な変化がその主要な指標となる。そのほか、白髪の発生および姿勢の変化もある程度全般的な年齢の印象と関係がある。病理学的には、皮膚弾力性の減退を伴う皮下脂肪の喪失が皮膚の年齢的変化の主な原因である。¹ 血管の性状や皮膚の色の一層微妙な変化によっても青年時代の若々しい外観は失われる。

1945年の広島および長崎において原子爆弾の遅発性影響を調査している原爆傷害調査委員会 (ABCC) では、加齢現象について特別な関心をもっている。嚙歯類動物を使用した多くの実験では、放射線照射後に寿命短縮が認められており、この寿命短縮は放射線照射によって特定の疾患が誘発される結果であるのみならず、非特異的な加齢促進による結果でもあらうと考えられている。^{2,3} Warren⁴ は米国放射線医師に放射線による寿命短縮があると仮定したが、その資料についてその後一層精密な統計学的解析が行なわれた結果、この所見は否定された。⁵ しかし、放射線照射が加齢を促進する可能性について更に調査を進める価値がある。特に人間の場合、日本の原爆被爆生存者は、大量の放射線を本質的に全身に受けた最大の人口集団であるのでその調査は一層重要である。したがって、加齢について多数の生理学的検査が行なわれ、寿命調査が開始されている。

放射線照射を受けた嚙歯類動物では、毛胞のメラニン生成細胞は放射線に対して敏感であると

of the hair follicles in irradiated rodents,⁶ although this has not been noted in humans receiving therapeutic irradiation to the head. Many of the most severely irradiated survivors of the atomic bombings experienced various degrees of temporary epilation because of damage to the hair follicle cells. A subtle permanent damage to the hair is a reasonable postulation, and such damage might be manifested by accelerated hair graying unrelated to general aging acceleration, or even by increase in age at onset of hair graying since increased hair pigmentation sometimes has been noted in therapeutic irradiation in humans.⁶

Both skin aging and hair graying are amenable to certain simple semiquantitative estimates that can be carried out during the course of a clinical examination. Several tests have been performed on a sample of irradiated and nonirradiated subjects undergoing examination at ABCC in Hiroshima, and the findings analysed in relation to radiation exposure.

METHODS

COMPOSITION OF THE SAMPLE. The measurements were carried out during standard clinical examinations on radiation exposed and nonexposed subjects who are voluntarily participating in the continuing Adult Health Study at ABCC in Hiroshima. The sample consists of individuals of four different exposure categories:

GROUP 1. Inner proximal exposed - under 2000 meters from the hypocenter at the time of bombing (ATB) who experienced acute major radiation damage in 1945 manifested by epilation, purpura, or oropharyngeal complaints suggestive of agranulocytosis.

GROUP 2. Inner proximal exposed - under 2000 meters from the hypocenter ATB who did not experience symptoms indicative of major radiation damage.

認められている。⁶ この現象は頭部に対して医療用放射線照射を受けた人間の場合には認められていないが、放射線後遺症として白髪の発生があるのではなからうかという問題は特に興味がある。原爆被爆生存者の中の最も大量の放射線照射を受けた者の多くは、毛胞細胞の傷害のために種々の程度の一時的脱毛を生じており、そのほかに人間が医療用放射線照射を受けた場合に白髪が増加することが時々認められているので、⁶ 毛髪に対する微妙な恒久的傷害があるのではないかと仮定するのは合理的で、かかる傷害のため、全身的な加齢促進とは別に白髪の発生が促進されるか、あるいは白髪発生時期が早められるかも知れないと考えられる。

皮膚老化および白髪の発生はいずれも臨床診察の際に簡単な半数量的測定法によって推定できる。広島のアBC Cで診察を受けた被爆者および非被爆者のサンプルについてこのような検査をいくつか実施し、その検査所見と放射線照射との関係について解析を行なった。

方法

サンプルの構成 広島ABC Cで現在行なわれている成人健康調査に自発的に参加している、被爆者および非被爆者の一般臨床診察の一部として測定を実施した。サンプルは4つの被爆分類群からなる。

第1群. 内近距離被爆者—爆心地より2000 m未満で被爆し1945年に脱毛、紫斑、あるいは無顆粒球症を示す口腔咽頭部症状などの主要急性放射線傷害の症状を生じたもの。

第2群. 内近距離被爆者—爆心地より2000 m未満で被爆したが主要放射線傷害を示す症状を生じなかったもの。

GROUP 3. Distal exposed - between 3000 and 3499 meters from the hypocenter ATB beyond the area of radiation but within the area of blast and other damage from the bomb.

GROUP 4. Nonexposed - not in the city or 10,000 or more meters from the hypocenter ATB. In essence, then, the four groups represent the most heavily irradiated, moderately irradiated, intrinsic controls, and extrinsic controls, respectively.

The four groups are carefully matched as to age and sex composition. Subsamples of the total are brought to the clinic monthly over a 24-month cycle. Figure 1 represents the age and sex composition of the entire Adult Health Study sample in Hiroshima. Unusual features of its composition reflect the fact that many children had been evacuated from the city at the time of the bombing, and that many young men were away from the city serving in the armed forces.

The various tests were performed on elements of this sample, comprising hundreds of consecutive subjects who were examined over a period of several months.

第3群. 遠距離被爆者—爆心地より3000—3499mで被爆し、放射線有効地域外であるが原爆の爆発による破壊およびその他の被害があった範囲のもの。

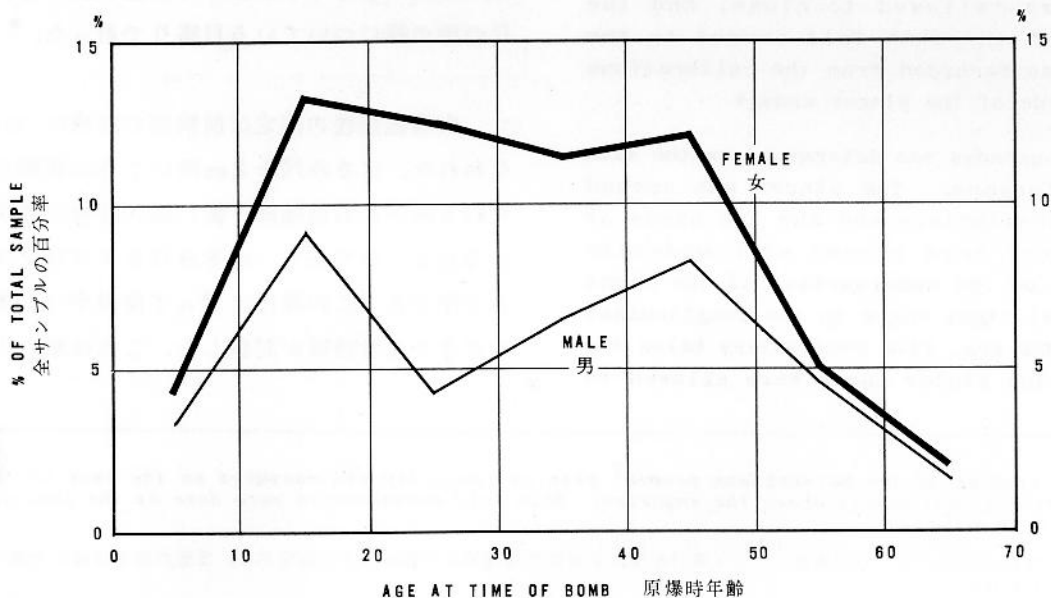
第4群. 非被爆者—原爆時に市内にいなかったものあるいは10,000m以上であったもの。要するに、上記の4つの群はそれぞれ最も強度の放射線照射を受けたもの、中等度の放射線照射を受けたもの、内部的対照、および外部的対照を代表するサンプルである。

この4つの群の年齢と性別の一致は周到になされ、24カ月の周期で副サンプルに対する診察を毎月行なっている。図1は広島における成人健康調査全サンプルの年齢および性別構成を示す。その構成上の特徴は、原爆当時多くの子供が広島より疎開しており、かつ多くの青年が軍務のため広島を離れていたという事実を反映する。

このサンプルの一部、すなわち数カ月の期間中に受診した数百名について種々の検査を実施した。

FIGURE 1 AGE AND SEX COMPOSITION OF ENTIRE ADULT HEALTH STUDY SAMPLE - HIROSHIMA

図1 広島の成人健康調査全サンプルの年齢別および性別構成



ESTIMATE OF AGE. One nurse, by simple inspection of the subjects as they entered the clinic, recorded her estimated age of each subject for comparison with actual chronological age.

SKIN RETRACTILITY, SKIN FOLD SIZE, AND SKIN LOOSENESS. These estimates were made, in most instances by the same nurse, using a simple multipurpose spring pincer-caliper designed by Dr. R. A. Conard and used in studies of aging on a group of Marshall Island natives exposed to fallout from a Bikini bomb test in 1954.^{7,8} The device is illustrated in Figure 2. Observations were made on 609 patients with the age, sex, and exposure group distribution shown in Table 1.

The skin retractility test simply measures the time required for a standard 'pinch' to retract. Skin at the base of the right thumb, just lateral to the anatomic snuff box, was caught in a one-centimeter opening of the pincer for a period of one minute. The time in seconds required for the skin to retract fully after release of the pincer was recorded.

The skin fold under the chin was measured. The patient sat erect, the pincer was opened to two centimeters, and the two hands of the pincer were fitted firmly to the undersurface of the mandible. The pincer was allowed to close, and the length of the skin fold caught in the pincer was recorded from the calibrations on the side of the pincer arms.*

Skin looseness was determined on the skin of the forearm. The pincer was opened to two centimeters and the two hands of the pincer were placed with moderate firmness on the undersurface of the right forearm at right angle to the longitudinal axis of the arm, five centimeters below the elbow. The pincer hands were allowed to

年齢の推定 対象者の診察の際に1名の看護婦が簡単に観察を行なって年齢を推定し、実際の満年齢との比較のためそれを記録した。

皮膚退縮性、皮壁の厚さ、および皮膚弛緩性

測定は多くの場合著者の1人である R. A. Conard によって考案された。簡単な多目的スプリング付きはさみ尺を使用して同一看護婦によって行なわれた。この器具は1954年のビキニ原爆実験による降下物を被ったマーシャル群島住民の加齢調査^{7,8}で使用されている。この器具は図2に示した。観察は609名について行なったがその年齢、性別および被爆分類構成は表1に示した。

皮膚退縮性検査は、一定の方法で“つままれた皮膚”が回復するに必要な時間を計測するものである。はさみ尺を1cm開いて右拇指球部の皮膚を1分間つまみ、はさみ尺を離してから皮膚が完全に回復するに必要な時間を秒単位で記録した。

皮壁については顎下の皮膚を測定した。患者をまっすぐに坐らせ、はさみ尺の両脚を2cm開いて下顎部下面にしっかり当ててはさみ尺を閉じた。はさみ尺によってつままれた皮壁の長さをはさみ尺の脚の横についている目盛りで計った。*

皮膚弛緩性の測定は前腕部の皮膚について行なわれた。はさみ尺を2cm開いてその両脚を肘より約5cm下の右前腕部下面に腕の縦軸に直角に、かなりしっかりあて、はさみ尺をスプリングの働きで閉じた。この操作によって皮壁がつままれたかどうかを看護婦が記録した。これは単に皮壁が

*In the studies on the Marshallese people⁷ skin retractility was measured on the back of the hand several centimeters above the knuckles. Skin fold measurements were done at the junction of the neck and chin.

マーシャル群島住民についての調査⁷では皮膚退縮性は手背部の指関節より数cm上方で測定され、皮壁の測定は頸部と顎の境界で行なわれた。

FIGURE 2 MULTIPURPOSE SPRING PINCER-CALIPER USED FOR SKIN RETRACTILITY, SKIN FOLD SIZE, AND SKIN LOOSENESS TESTS

図2 皮膚退縮性，皮壁の大きさおよび皮膚弛緩性検査で使用した多目的スプリング付きはさみ尺

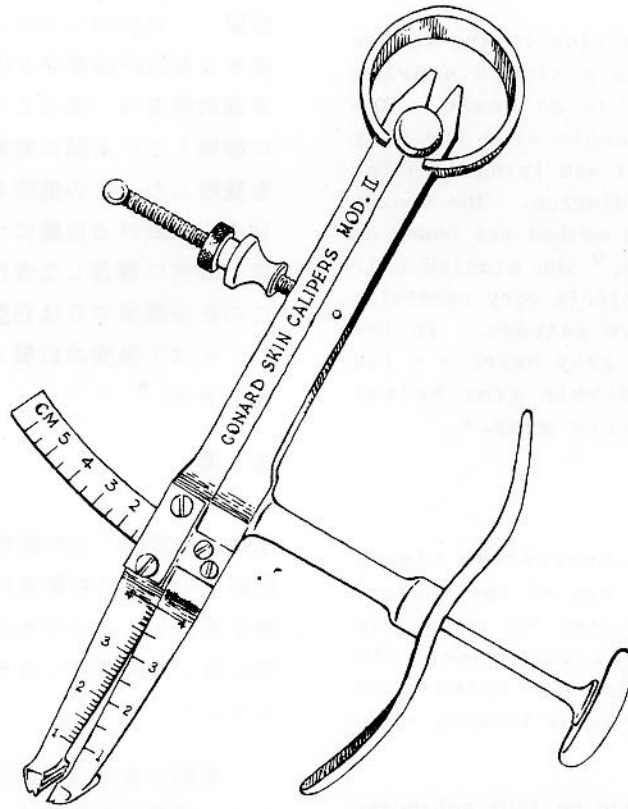


TABLE 1 DISTRIBUTION OF SAMPLE BY AGE, SEX, AND EXPOSURE GROUP

表1 皮膚観察のためのサンプルの年齢別，性別および被爆分類群別分布

AGE AT EXAMINATION 検査時年齢	EXPOSURE GROUP 被爆分類群							
	1		2		3		4	
	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女	MALE 男	FEMALE 女
10-19	5	8	3	4	1	1	4	5
20-29	7	7	6	11	11	15	7	5
30-39	9	21	10	43	8	36	7	24
40-49	11	18	7	18	7	23	11	22
50-59	11	26	11	19	4	19	11	20
60-69	5	9	14	10	10	14	7	16
70-79	2	2	1	3	4	4	1	2
80-89	-	3	-	3	-	-	1	2
TOTAL 計	50	94	52	111	45	112	49	96

spring shut, and the nurse recorded whether a fold of skin was caught by the maneuver. This was simply a negative or positive test, without quantitation of the size of the skin fold caught.

HAIR GRAYING. Hair graying in the temple area was estimated by a simple scoring system utilizing a 0 to 3+ scale. The nurse inspected the temple area for gray hairs while the subject was lying down for his routine electrocardiogram. The choice of site and the scoring method was based on the findings of Terada,⁹ who studied hair graying in Japanese subjects very carefully with more quantitative methods. In the scoring system 0 = no gray hair; + = few gray hairs; ++ = moderate gray hairs; +++ = almost completely gray.*

RESULTS

AGE ESTIMATE. This observation simply provided an estimated age of the subject based on physical appearance for comparison with his actual chronological age. The subjects came through the clinic, of course, without the observer knowing their exposure history.

Age estimates were made on 1304 subjects. The sample size by exposure group, and the mean differences between estimated and actual age, are shown in Table 2. It can be seen that the nurse systematically overestimated the age of male subjects, and only slightly underestimated the age of the females. The estimates were more exact for females; 95 per cent confidence limits on the difference (actual - estimated) are -4.7 to +5.1 years for females and -7.2 to +5.8 for males. These differences do not affect the validity of the comparisons of the radiation exposure groups.

The relationship to exposure status was studied by comparing the mean differences for exposure groups, as well as by a regression analysis of the age difference

つままれたか、あるいはつままれなかったかを検査するもので、つままれた皮壁の大きさは計らなかった。

白髪 側頭部における白髪は0より3+までの簡単な段階評価標準を使用して推定した。対象者が通常検査の一部として心電図検査をうけるために静臥している間に看護婦が側頭部の白髪の有無を観察した。この部位および評価標準の選定は、日本人における白髪について一層量的な方法で非常に綿密に調査した寺田の知見に基づいている。⁹ この評価標準で0は白髪なし、+は少数の白髪あり、++は中等度の白髪あり、+++は殆んど完全に白髪である。*

結果

年齢の推定 この観察は、単に実際の満年齢と比較するために対象者の身体的外観に基づいて年齢を推定したものである。もちろん、対象者の診察に当たって観察者にはその被爆既往歴は知らされなかった。

年齢の推定は1304名の対照者について行なわれた。被爆分類群別のサンプルの大きさおよび推定年齢と実年齢との差の平均値は、表2に示してある。看護婦が男性対象者の年齢を規則的に過大に推定し、女性対象者の年齢を極く僅か過小に推定したことがわかる。推定年齢は女性の場合が一層正確であった。差異（実年齢と推定年齢との差）についての95%信頼区間は女性では-4.7から+5.1年であり、男性では-7.2から+5.8年である。この差異は各被爆分類群の比較の妥当性に影響を与えるものではない。

年齢の差と爆心地からの距離について（第1群および第2群を合計して）回帰解析を行なうと共に、各被爆分類群における差の平均値の比較を行なって被爆状態との関係を調査した。この2つ

*In the studies on the Marshallese people⁷ graying of the hair was measured on a 0-4+ scale.

マーシャル群島住民についての調査7では、白髪は0-4+までの段階標準で評価された。

TABLE 2 DIFFERENCE* BETWEEN ESTIMATED AND ACTUAL CHRONOLOGICAL AGE BY SEX AND EXPOSURE GROUP

表2 性別および被爆群別による推定年齢と実年齢の差*

SEX 性	EXPOSURE GROUP 被爆分類群								TOTAL 計	
	1		2		3		4		MEAN DIFFERENCE IN AGES 年齢の差の 平均値	NO. OF CASES 対象人員
	MEAN DIFFERENCE IN AGES 年齢の差の 平均値	NO. OF CASES 対象人員	MEAN DIFFERENCE IN AGES 年齢の差の 平均値	NO. OF CASES 対象人員	MEAN DIFFERENCE IN AGES 年齢の差の 平均値	NO. OF CASES 対象人員	MEAN DIFFERENCE IN AGES 年齢の差の 平均値	NO. OF CASES 対象人員		
MALE 男	- .803	122	- .776	98	-1.091	110	- .182	121	- .701	451
FEMALE 女	+ .280	232	+ .163	208	+ .035	227	+ .183	186	+ .165	853

*Actual minus estimated

実年齢—推定年齢

and distance from the hypocenter (combining both groups 1 and 2). The differences noted in both analyses were well within the usual range of chance variation, so that it could not be concluded from these data that irradiated subjects look any older than nonirradiated.

SKIN RETRACTILITY. This determination was performed on 196 males and 413 females, 609 in all. The test measured the time in seconds for a standard 'pinch' to flatten completely. The test showed good correlation with age, but differences were more marked in the older age group. The correlation ratio was .66 for the total sample, indicating that about 43 per cent of the total variation is accounted for by age alone.

Since no sex differences were detected, both sexes were combined for exposure group comparisons. Figure 3 shows the mean retractility time of the four exposure groups. It is evident that the exposure groups are quite homogeneous, and an analysis of variance failed to suggest any relationship between skin retractility and irradiation.

SKIN LOOSENESS. This test proved of relatively little value except in the younger age groups, since the ability of pincers to catch a skin fold on the forearm during spring-release closure was virtually

の解析によって認められた差異は偶然変動の通常範囲内に十分にあったので、これらの資料から放射線照射を受けた人が然らざる人よりも年とって見るとは結論し得なかった。

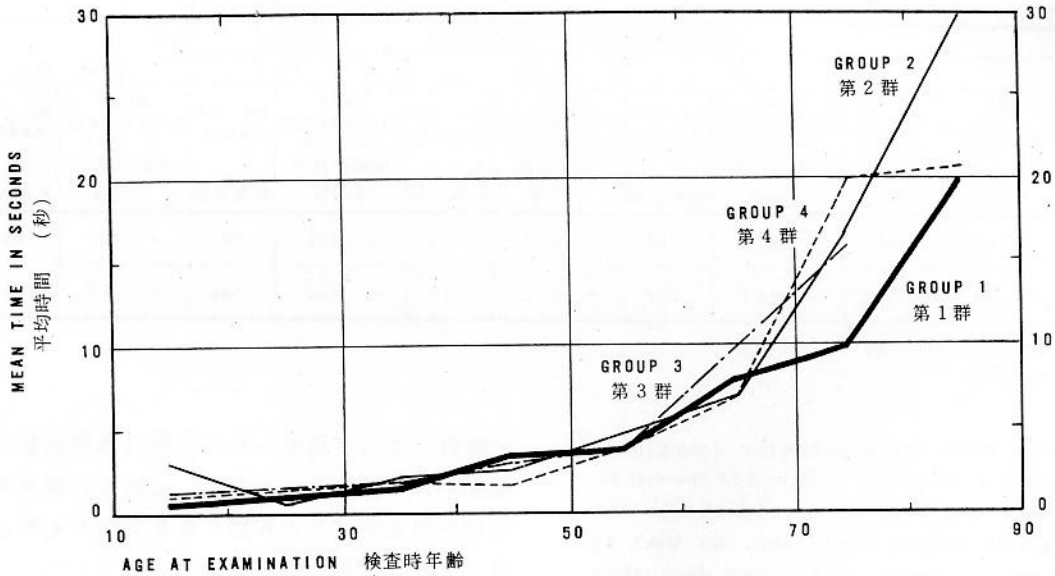
皮膚退縮性 この測定は男性 196 名、女性 413 名、合計 609 名に対して行なわれた。検査では一定の方法によって“つままれた皮膚”が完全に扁平になるまでの時間を秒単位で測定した。この検査で年齢との高い相関関係が認められたが、差異は高年齢群で一層顕著であった。全標本における相関比は .66 であり、総変動の約 43% が年齢によるものであることを示した。

性による差異が検出されなかったため、被爆分類群の比較では男女を一緒にした。図 3 は 4 つの被爆分類群のそれぞれの平均退縮時間を示す。各被爆分類群は全く同質であり、かつ、分散分析によって皮膚退縮性と放射線照射の間に何らの関係も示唆されなかった。

皮膚弛緩性 はさみ尺がスプリングの働きで閉じる時に前腕部の皮壁をつまむ頻度は 30 才以上の対象者では実質的に 100% であったので、若年齢群を除いてはこの検査は比較的価値の少ないものであることが判明した。表 3 は男女を合計した場

FIGURE 3 MEAN TIME FOR SKIN TO FLATTEN COMPLETELY, BY AGE AND EXPOSURE GROUP

図3 皮膚が完全に偏平になるに要する時間の年齢別および被爆分類群別平均値



100 per cent in subjects beyond the age of thirty. Table 3 shows the percentages by age and exposure group for both sexes combined. Again, no relationship to radiation exposure was detected in this technically unsatisfactory test.

SKIN FOLD LENGTH. The length of the skin fold expressed between the two arms of the pincers was estimated in millimeters. This estimate is related to skin elasticity as well as to the subcutaneous fat in the submental region, in that the fat supports the skin. Therefore, the length of the skin fold increases as the subcutaneous fat decreases with age and as skin elasticity decreases. This phenomenon is manifested by the 'turkey gobbler' appearance of some very old individuals.

The test was performed on 609 individuals. Rather surprisingly, no differences were found by sex. The data were clearly age-related, with age accounting for about 50 per cent of the total variation. The data were somewhat more variable in the younger age groups. Table 4 shows the mean length of the skin fold of the total sample in relationship to age and sex, and the standard deviation of each age group (sex and exposure combined).

合の被爆分類別の各年齢層の百分率を示す。この技術的に不十分な検査でも被爆との関係は検出されなかった。

皮壁の長さ はさみ尺の両脚の間にはさまれた皮壁の長さをmmで測定した。脂肪が皮膚を保持しているのでこの検査は顎下部の皮下脂肪の測定であると同時に皮膚弾力性にも関係がある。したがって、年齢と共に皮下脂肪が減少して皮膚弾力性が減少するにつれて皮壁の長さは増大する。この現象は、非常な高年者の中には“七面鳥の雄”のような外観を呈する者があることでも明白である。

検査は609名について行なわれた。驚いたことには、性による差異が認められなかった。資料は明らかに年齢と相関があり年齢による変動が総変動の50%を占めていた。資料は若年齢層では変動がやや多い。表4は年齢と性別に全サンプルの皮壁の平均の長さ、および各年齢群について(男女および各被爆分類群を合計して)その標準偏差を示す。

TABLE 3 PERCENTAGE OF PATIENTS WHOSE SKIN FOLDS WERE CAUGHT BY AGE AND EXPOSURE GROUP

表3 皮壁が捕えられた患者の年齢別および被爆分類群別百分率

AGE AT EXAMINATION 検査時年齢	EXPOSURE GROUP 被爆分類群				TOTAL 計
	1	2	3	4	
10-19	61.5	57.0	50.0	44.0	55.0
20-29	64.0	76.6	84.6	83.5	78.5
30-39	96.5	98.0	100.0	97.0	97.5
40-49	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
50-59	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
60-69	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
70-79	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
80-89	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

TABLE 4 MEAN LENGTH OF NECK FOLD IN CENTIMETERS BY AGE, SEX, AND EXPOSURE GROUP WITH STANDARD DEVIATION BY AGE

表4 頸部皮壁のcm単位の長さの年齢別、性別および被爆分類群別の平均値並びに年齢別標準偏差

AGE AT EXAMINATION 検査時年齢	EXPOSURE GROUP 被爆分類群												TOTAL 計			STANDARD DEVIATION 標準偏差
	1			2			3			4						
	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	M 男	F 女	T 計	
10-19	3.0	3.2	3.2	3.7	5.0	4.4	6.0	6.0	6.0	1.2	4.0	2.8	2.8	4.0	3.5	2.49
20-29	4.3	5.3	4.8	5.8	6.0	5.9	5.8	5.4	5.6	5.9	6.0	5.9	5.5	5.6	5.6	1.13
30-39	6.7	6.4	6.5	5.6	6.2	6.1	6.0	6.5	6.4	5.9	6.5	6.3	6.0	6.4	6.3	0.95
40-49	7.4	6.7	6.9	7.1	6.9	7.0	6.7	6.9	6.8	6.5	6.9	6.8	6.9	6.8	6.9	0.94
50-59	7.5	7.3	7.4	7.7	7.2	7.4	6.0	7.5	7.2	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	0.99
60-69	8.0	7.8	7.9	8.3	7.6	8.0	7.9	7.6	7.8	7.9	7.8	7.8	8.1	7.7	7.8	1.00
70-79	9.0	8.0	8.5	9.0	8.3	8.5	9.5	8.8	9.1	10.0	9.0	9.3	9.4	8.5	8.9	1.10
80-89	-	9.0	9.0	-	10.0	10.0	-	-	-	11.0	10.5	10.7	11.0	9.8	9.9	1.76
TOTAL 計													6.7	6.8	6.7	

The data were subjected to analyses similar to those used in the skin retractility test, with negative findings as regards radiation.

HAIR GRAYING. The data on hair graying are considerably more complex, because they represent not only incidence of gray hair but also a crude estimate of degree of graying. A truly quantitative gray hair count of the sort done by Terada⁹ would be highly desirable for statistical analysis, but was not practical. The crude grading from 0 to 3+ added considerably more information than a simple observation of presence or absence of gray hair, but

この資料について皮膚退縮性検査で行なったと同様な解析を行ない、その結果、放射線との関係はなかった。

白髪の発生 白髪の発生についての資料は白髪の有無を調べるのみならず白髪の程度についての大体の推定を行なうものであるから、かなり複雑なものである。寺田⁹が実施したような白髪の厳密な量的計算を行えば、統計学的解析には非常に好都合であるが実行不可能であった。0から3+までの等級にざっとわけることは単に白髪の有無を観察するよりも、より多くの資料を得ることになるが、解析上の問題を生じる。1242名についての資料は表5に詳細に示してあり、これによりこ

presented problems in analysis. The data on 1242 subjects are presented in detail in Table 5 and show that the grading system detected progressive graying with advancing years. The relative deficit in younger female subjects graded as + (few gray hairs) may be an artifact of collection or may represent plucking of a few gray hairs. The latter is a relatively common practice among Japanese women, and the fact that this deficit is noted mostly in the female groups suggests hair plucking as the cause.

の等級方式によって年齢の進むにつれて白髪が進行が検出されることを示している。+ (少数の白髪)として等級づけられている若年女性対象者が相対的に不足していることは収集上の人為的な結果か、あるいは少数の白髪があればそれを抜いていることを示しているのかも知れない。後者は日本婦人の間では比較的ありふれた習慣であり、この分類の不足が主として女性群に認められるという事実は、白髪を除くことがその原因であると示唆される。

TABLE 5 HAIR GRAYING BY AGE AT EXAMINATION, SEX, AND EXPOSURE GROUP

表5 被爆分類群別、性別および検査時年齢別の白髪観察

SEX 性	AGE AT EXAM. 検査時 年齢	EXPOSURE GROUP 被爆分類群																				
		1				2				3				4								
		0*	+	++	+++	TOTAL 計	0	+	++	+++	TOTAL 計	0	+	++	+++	TOTAL 計	0	+	++	+++	TOTAL 計	
M 男	15-19	2				2	13				13	4				4	13					13
	20-24	5				5	9			9	7					7	5					5
	25-29	8				8	17			17	11					11	8	1				9
	30-34	11	2			13	12			12	9					9	12					12
	35-39	6				6	4			4	2	1				3	3	1				4
	40-44	4	4			8	4	2	1		7	5	3			8	11	2				13
	45-49	4	5	2		11	4	3	1		8	5	2			7	5	6				11
	50-54	3	3	2	1	9	2	10	6	1	19	5	4	2		11	1	6			2	9
	55-59	1	3	4		8	2	7	7	2	18	3	5	4		12	1	1	6			8
	60-64	1	7	8	1	17		6	4	3	13		3	5	2	10	1	7	3	1		12
	65-69		1	5	1	7		3	4	1	8		2	6		8	1	2	2	2		7
70-74		2	1		3		1	5	2	8		1	3		4				1	1	2	
75+			1	1	2			3	1	4			1	3	4					1	1	
TOTAL 計	45	27	23	4	99	67	32	31	10	140	51	21	21	5	98	61	26	12	7		106	
F 女	15-19	8				8	16			16	10				10	9						9
	20-24	5				5	19			19	16				16	6						6
	25-29	16				16	12			12	8				8	8						8
	30-34	33				33	28			28	10		1		11	20		1				21
	35-39	18		1		19	28			28	15				15	11		1				12
	40-44	14	2	1		17	29	5			34	14	7	1	22	10		1				11
	45-49	13	6	2		21	23	7	3		33	12	8	2	22	9	6	1				16
	50-54	9	6	6	1	22	18	10	9		37	8	5	6	19	4	3	3	1			11
	55-59	4	6	13	1	24	9	11	9	2	31	2	3	6	11	7	7	7				21
	60-64	1	5	8		14		12	10	3	25		2	10	4	16		7	7	1		15
	65-69	1	2	7	1	11	2	3	6		11		4	8	2	14		1	2	1		4
70-74	1		5	2	8		3	4	3	10			4	1	5		1	1	1		3	
75+			1	1	2			1	2	3		1	1	2				3	1		4	
TOTAL 計	123	27	44	6	200	184	51	42	10	287	95	30	39	7	171	84	25	27	5		141	

*0 = No gray hair 白髪でない + = Few gray hairs 少数の白髪 ++ = Moderate gray hairs 中位の白髪 +++ = Almost completely gray 殆んど完全に白髪

Analysis of simple incidence of gray hair in the population reveals a sigmoid curve characteristic of a normally distributed variable. By means of probit analysis¹⁰ the mean and standard deviation for age at onset of gray hair in the population was estimated (Table 6). It can be seen that females begin to gray somewhat later than males. This difference might be related to the common practice of hair dyeing among Japanese females, but the hair roots were closely inspected during data collection and this probably represents a true sex difference. Comparison of the means for the four exposure groups was generally negative except that the means for males differed by a suggestive amount (P between .05 and .10), largely because of the high mean age of onset of the distal exposed (group 3). Comparison of the heavily exposed (group 1) with the extrinsic controls (group 4) revealed no significant difference in mean age at onset of gray hair (P = .2).

この母集団における白髪単純発生率の解析では、変数の正規分布を示すS字状曲線を認めた。プロビット解析¹⁰でこの母集団で白髪の発生が始まる平均年齢および標準偏差を推定した(表6)。女性では男性よりも白髪の発生が若干遅いことがわかる。この差異は日本女性の間でありふれた習慣である頭髪を染めることに関連しているかも知れないが、資料収集のための観察で毛根部を綿密に調べたのでこれは恐らく実際の性別差異を示すものであると思われる。4つの被爆分類群の平均値の比較では、主として遠距離被爆群(第3群)で白髪の発生が始まる平均年齢が高いので、男性の平均値に有意かと思われる差異(Pは.05と.10との間)を認めたことを除いて一般的には差異はなかった。多量の放射線照射を受けた群(第1群)と外部的対象群(第4群)の比較では白髪の発生が始まる平均年齢に有意な差が認められなかった(P=.2)。

TABLE 6 AGE AT ONSET OF GRAY HAIR, ESTIMATED MEAN AND STANDARD DEVIATION BY SEX AND EXPOSURE GROUP

表6 白髪の発生が始まる年齢の性別および被爆分類群別推定平均値および標準偏差

EXPOSURE GROUP 被爆分類群	MALE 男		FEMALE 女	
	MEAN 平均値	STANDARD DEVIATION 標準偏差	MEAN 平均値	STANDARD DEVIATION 標準偏差
1	45.5	10.6	50.0	9.5
2	46.4	6.2	51.0	6.0
3	48.8	8.0	49.5	9.0
4	47.0	11.1	50.5	7.0

Regression analysis of the gradations of hair graying was undertaken, the ratings 0 to 3+ being replaced by the numbers 0, 1, 2, and 3. The fit was reasonably satisfactory for most age groups, and the regression coefficients did not differ significantly. The regression coefficients and the corresponding correlation coefficients are shown in Table 7. Although the regression coefficients are similar in males and females, the age for females is shifted to the right, indicating again that Japanese females gray somewhat later than males.

白髪の等級に対する回帰解析では、0から3+までの等級を0, 1, 2, および3の数字で置きかえた。大部分の年齢群で適合度はかなり良好で回帰直線の傾斜に有意な差はなかった。傾斜およびそれに対応する相関係数は表7に示す。回帰傾斜は男性と女性では同じであるが、女性の年齢は右へ移動しており、この結果でも日本女性で白髪の発生は男性よりも若干遅いことを示している。

TABLE 7 ARBITRARY GRAYING SCORE IN RELATION TO AGE, REGRESSION AND CORRELATION COEFFICIENTS, BY SEX AND EXPOSURE GROUP

表7 白髪任意評価標準の年齢別、性別および被爆分類群別の回帰係数並びに線形相関係数

EXPOSURE GROUP 被爆分類群	REGRESSION COEFFICIENTS 回帰係数		CORRELATION COEFFICIENTS 相関係数	
	MALE	FEMALE	MALE	FEMALE
	男	女	男	女
1	.235	.284	.738	.720
2	.273	.317	.785	.678
3	.290	.275	.788	.735
4	.270	.240	.719	.689

To study the radiation effect more effectively with these data measures of radiation dose and hair graying that may be applied to the individual case were used. Distance from the hypocenter was used as an approximation for radiation exposure, and for hair graying the departure of individual score from the regression value typical of age and sex was used.

The method in this analysis was to use the regression estimate to define an age-specific measure of grayness as

$$Z = Y' - Y$$

where Y' is the regression estimate for specified age and sex based on the nonexposed, Y the numerical value for individual (0, 1, 2 or 3), and Z the measure of the individual's departure from expectation for his age-sex group.

Mean values of Z were tested for departure from zero. If, for any sex-exposure group, individuals are more, or less, gray than expected from the regression estimates, the mean value of Z for that exposure group will depart from zero and the departure may be tested by Student's t -test.

If high exposure (short distance) is accompanied by large negative values of Z , and low exposure (long distance) by values

これらの資料によって放射線の影響を一層有効に調査するために個々の対象者に適用できる、放射線量および白髪の指標を用いた。放射線量かわりに爆心地からの距離を使用し、白髪に対しては与えられた年齢および性に対する定型的な回帰値と個々の対象者の評価等級とのずれを使用した。

この解析の方法では、回帰推定値を使用して白髪の年齢別指標を

$$Z = Y' - Y$$

と定義し、この場合 Y' は非被爆者について求められた特定の年齢および性の回帰推定値であり、 Y は対象者について得られた数値 (0, 1, 2 あるいは 3) であり、 Z はその年齢、性別区分に対する予想値よりの個々の対象者のずれの指標である。

Z の平均値について 0 からのずれを検定した。もし、いずれの性別、被爆分類区分でも回帰推定から予想されるよりも幾分白髪が多く認められるならば、その被爆分類群に対する Z の平均値は 0 より離れ、そのずれは Student の t -検定で調べられる。

大量放射線照射 (近距離被爆) の時 Z が負の数で大きい場合、あるいは、軽度の放射線照射

of Z near zero, the relationship may be tested on the correlation coefficients or on the slopes of regression lines fitted to Z and distance. None of these analyses provided evidence that hair graying is related to distance from hypocenter.

DISCUSSION

In this study several simple tests were utilized in an attempt to detect skin changes in irradiated survivors of the Hiroshima bombing that would be indicative of generalized aging acceleration as a late radiation sequela. The most direct test was guessing the age of clinic subjects, without knowledge of their irradiation status. This very simple observation may have been the most important, since it established the fact that irradiated individuals do not appear older than their nonirradiated cohorts. Appearance, after all, is the common way that individuals judge one another's age.

The pathologic components of skin aging are mostly related to degeneration of skin elastic fibers and to loss of subcutaneous fat. Skin retractility was measured as a direct reflection of elastic tissue in the skin, and a skin fold measurement (essentially wrinkling) was more directly related to loss of subcutaneous fat although loss of elasticity plays a role. The methods of skin measurement employed are not so elaborate and perhaps less sensitive than those employed by others¹¹ but lend themselves better to large population surveys. In spite of moderately large samples used in this study, no relationship to radiation exposure and skin aging was noted.

Hair graying is of particular interest not only as a manifestation of aging but also in relationship to the epilation experienced in 1945 by heavily irradiated subjects. Data on the age-incidence of gray hair, as well as semiquantitative grading of degree of graying, failed to reveal differences between exposed and

(遠距離被爆)の時Zが0に近似した値である場合、その関係は相関係数あるいはZおよび距離にあてはめた回帰直線の傾斜に基づいて検定できる。これらの解析ではいずれも白髪の発生が爆心地からの距離に関係しているという証左は認められなかった。

考 按

この調査では、原爆後遺症としての全身性加齢促進を示唆する皮膚変化を検出するため、広島に被爆生存者について若干の簡単な検査を行なった。最も直接的な検査は、被爆状態についての知識なしに被検者の年齢を推測することであった。この非常に簡単な観察によって放射線照射を受けた人が然らざる人よりも年とって見えないという事実が確定されたので、それが最も重要なものかも知れない。結局、人々がお互の年齢を判断するのに外観によるのが普通の手段である。

皮膚老化の病理学的要因は主として皮膚弾性線維の変性および皮下脂肪の喪失に関係している。皮膚退縮性は皮膚弾性組織を直接的に反映するものとして測定され、皮壁の測定(本質的には皺)には弾力性喪失も役割りを果しているが、それは皮下脂肪の喪失に一層直接的に関係していた。ここで用いられた皮膚計測方法は余り精密なものではなく、他の研究者¹¹が用いた方法よりも恐らく感度が劣るであろうが大規模な人口調査ではこの方法がもっと適当である。この調査で使用したサンプルは中等度に大きいにもかかわらず、被爆と皮膚老化との関係は認められなかった。

白髪の発生は加齢の現われとしてのみならず1945年に強度の放射線照射を受けた人々に脱毛が生じたことと関連して特に興味深い。サンプル中の至近距離被爆者群において脱毛が被爆後ありふ

nonexposed, even though epilation was a common symptom following the bombing in the most closely exposed group in the sample.

The concept of a decreased longevity following irradiation not related to life shortening diseases specifically induced by irradiation is based primarily on experiments in rodents. In these experiments specific metabolic or endocrine disturbances have not been searched for, and in many experiments the pathologic findings have not been carefully enumerated. Recent studies have questioned the validity of the concept of nonspecific life shortening.^{12,13}

There are no data on humans that support the concept of nonspecific aging acceleration as a late consequence of irradiation. The studies reported here on certain aspects of aging of skin and hair in a Hiroshima population fail to show any evidence of a generalized aging acceleration related to the 1945 atomic bombing. The validity of the concept of aging acceleration as a late consequence of irradiation in humans is of obvious importance in this burgeoning atomic era, and at ABCC investigators are studying many different age-dependent physiologic processes in an effort to gain more information in this largest group of heavily irradiated people.

SUMMARY

Age estimation by appearance, skin elasticity, skin looseness, and hair graying has been studied in the irradiated and nonirradiated population of Hiroshima. No differences in these several measurements were detected between the radiation exposed and nonexposed components of the sample. Although the samples studied are not large and thus by no means definitive, they provide no support for the concept of a general, nonspecific aging acceleration as a late radiation sequela in humans as exemplified by aging of skin and hair.

れた症状であったが、白髪の高齢別発生率についての資料および白髪の程度の半数量的等級で被爆者と非被爆者との間に差異は認められなかった。

放射線照射を受けた後に放射線照射によって特異的に誘発される生命を短縮する疾患とは別に、寿命短縮があるとの説は主として嚙歯類動物における実験に基づいている。これらの実験では特定の代謝障害あるいは内分泌障害の有無が探索されなかったし、多くの実験では病理所見が注意深く報告されていない。最近の研究では非特異的な生命短縮の概念の妥当性に疑問が生じている。^{12,13}

放射線照射を受けた後遺としての非特異的加齢促進の概念を支持する資料は、人間には見当たらない。広島住民における皮膚および頭髪の老化のある面についてここで発表した調査では、1945年の被爆に関連した全身性加齢促進の形跡を認めなかった。人間における放射線照射の後遺としての加齢促進の概念の妥当性は原子力開発が進められている時代において明らかに重要なものであり、ABC Cでは年齢に関係した多くの異なった生理的現象を調査し、強度の放射線照射を受けたこの最大の人口集団について更に多くの資料を得るために努力している。

総括

外観による年齢の推定ならびに皮膚弾力性、皮膚弛緩性および白髪の観測を広島被爆者および非被爆者について実施した。これらの観測ではサンプルを構成する被爆者と非被爆者の間に差異が検出されなかった。皮膚および頭髪の老化に関する限り人間における原爆後遺症としての一般的、非特異的加齢促進の概念を支持するものではなかったが、ここで調査したサンプルは大規模のものではなく、従って決して決定的なものではない。

REFERENCES

参考文献

1. Chieffi, M.: Cosmetological aspects of ageing. Cowdry's Problems of Ageing. Third Edition, ed. by A.I. Lansing. Baltimore, Williams and Wilkins Co., 1952, p. 909-923.
(加齢の美容学的面)
2. Furth, J., Upton, A.C., *et al*: Some late effects in mice of ionizing radiation from an experimental nuclear detonation. *Radiology* 63:562-570, 1954.
(核爆発実験による電離放射線の照射を受けた廿日ねずみに現われた遅発性影響)
3. Report of the Committee on Pathologic Effects of Atomic Radiation, Washington, National Academy of Sciences-National Research Council, 1956, Publication No.452, Section IV.
(原子放射線の病理学的影響に関する委員会の報告)
4. Warren, S.: Longevity and causes of death from irradiation of physicians. *JAMA* 162:464-468, 1956.
(医師の寿命と放射線照射による死因)
5. Seltser, R. and Sartwell, P.E.: Ionizing radiation and longevity of physicians. *JAMA* 166:585-587, 1958.
(電離放射線と医師の寿命)
6. Ellinger, F.: *Medical Radiation Biology*. Springfield, Ill., C.C. Thomas Co., 1957.
(医学放射線生物学)
7. Conard, R.A., Macdonald, H.E., *et al*: Medical survey of Rongelap people 5 and 6 years after exposure to fallout. USAEC, BNL-609 (T 179).
(降下物による放射線を受けてから5および6年後のロンゲラップ人の医学的調査)
8. Conard, R.A.: An attempt to quantify some clinical criteria of ageing. *J Geront* 15:358-365, 1960.
(加齢についての若干の臨床的規準を数量化する試み)
9. Terada, H.: Appearance of gray hair as an ageing phenomenon in Japanese. *Okajima's Folia Anatomica Japonica* 28:435-449, 1956.
(日本人における加齢現象としての白髪の出現)
10. Finney, D.J.: *Probit Analysis*, Second Edition. Cambridge Univ. Press, 1952.
(プロビット解析 第2版)
11. Kirk, E. and Kvorning, S.A.: Quantitative measurements of the elastic properties of the skin and subcutaneous tissue in young and old individuals. *J Geront* 4:273-284, 1949.
(若年者および老人における皮膚および皮下組織の弾性特性の量的測定)
12. Cole, L.C., Nowell, P.C., and Arnold, J.S.: Late effects of x-radiation. The influence of dose fractionation on life span, leukemia, and nephrosclerosis incidence in mice. *Radiat Res* 12:173-185, 1960.
(X線の後影響。ねずみの寿命並びに白血病および腎硬化症の発生に対する分割線量の影響)
13. Alexander, P. and Connell, D.I.: Shortening of the life span of mice by irradiation with x-rays and treatment with radiomimetic chemicals. *Radiat Res* 12:38-48, 1960.
(X線照射およびラジウム類似化学薬品療法によるねずみの寿命短縮)