

DOSE FROM CHEST PHOTOFLUOROGRAPHY

胸部間接 X 線検査による線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏

WALTER J. RUSSELL, M.D.

KENJI TAKESHITA, Ph.D. 竹下健児

SHOZO SAWADA, Ph.D. 沢田昭三



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所 - 原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

## TECHNICAL REPORT SERIES

### 業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC 業績報告書は、ABCC の日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

## DOSE FROM CHEST PHOTOFLUOROGRAPHY

胸部間接X線検査による線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. 安徳重敏

WALTER J. RUSSELL, M.D.

KENJI TAKESHITA, Ph.D. 竹下健児

SHOZO SAWADA, Ph.D. 沢田昭三

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

## DOSE FROM CHEST PHOTOFLUOROGRAPHY

胸部間接X線撮影による線量

SHOJI NISHIO, M.D.

WALTER J. RUSSELL, M.D.

KENJI TAKEISHITA, Ph.D.

SHOZO SAWADA, Ph.D.

## ACKNOWLEDGMENT

## 謝 辞

We are indebted to Telecommunications School Clinic; Medical Clinic, Hiroshima University Main Office; Hiroshima University School of Medicine Attached Hospital; Memorial Hospital, Hiroshima; Prefectural Hospital, Hiroshima; Hiroshima Red Cross Hospital; and Communication Hospital, Hiroshima for making their photofluorographic equipment available for use in this study. The authors thank Dr. Haruma Yoshinaga, professor, Department of Experimental Radiology, Kyushu University for his kind guidance and suggestions and Messrs. Masayoshi Mizuno and Shoji Nishio for their technical assistance throughout this study. We are grateful to Mrs. Grace Masumoto for her assistance in the preparation of this report.

本研究において間接撮影装置の借用をお願いした広島電気通信学園医務室、広島大学本部医務室、広島大学付属病院、広島記念病院、県立広島病院、広島赤十字病院、広島通信病院に対して厚く感謝の意を表す。また、ご指導、ご示唆を賜った九州大学医学部放射線基礎医学教室吉永春馬教授に対して深甚の謝意を表す。水野正義、西尾正二両氏には技術的援助をまた舛本幸江氏には報告書作成の援助を受けた。ここにしるして謝意を表す。

広島大学工学部

放射線学

昭和二十九年三月

広島大学工学部

広島大学工学部

## CONTENTS

### 目 次

Summary 要 約 .....	1
Introduction 緒 言 .....	1
Materials and Method 材料および方法 .....	2
Results 結 果 .....	3
Discussion 考 察 .....	7
References 参考文献 .....	9
Table 1. Gonadal & skin doses by tube voltage, added filtration, & field size 表 電圧, 濾過板, 照射野別にみた生殖腺および皮膚線量 .....	3
2. Roentgen output of condenser-type apparatus 蓄放式 X 線装置の出力 .....	3
3. Bone marrow integral dose by tube voltage & field size 電圧および照射野別にみた骨髄積算線量 .....	6
4. Skin dose by tube voltage 電圧別にみた皮膚線量 .....	6
5. Average bone marrow integral, gonadal and skin doses of AHS subjects by photofluorography, Hiroshima and Nagasaki 間接 X 線検査による成人健康調査対象者の平均骨髄積算, 生殖腺ならびに皮膚線量, 広島・長崎 .....	7
Figure 1-2 Bone marrow integral dose by tube voltage & field size 図 電圧および照射野別にみた骨髄積算線量 .....	4
3-5 Gonadal dose by unit & distance from beam edge, male 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 男性 .....	5
6-8 Gonadal dose by unit & distance from beam edge, female 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 女性 .....	5

Approved 承認 23 July 1970

## DOSE FROM CHEST PHOTOFLUOROGRAPHY

## 胸部間接 X 線検査による線量

SHIGETOSHI ANTOKU, Ph.D. (安徳重敏)<sup>1\*</sup>; WALTER J. RUSSELL, M.D.  
KENJI TAKESHITA, Ph.D. (竹下健児)<sup>2\*</sup>; SHOZO SAWADA, Ph.D. (沢田昭三)<sup>1\*</sup>

Department of Radiology

放射線部

**SUMMARY.** Bone marrow, gonadal, and skin doses to ABCC-JNIH Adult Health Study members receiving photofluorography at other institutions were estimated according to patient and hospital surveys and phantom dosimetry. Large differences in gonadal doses were found by type of unit, but no significant variations in bone marrow and skin doses. Average values were 40.7 g-rad bone marrow integral dose, 0.29 mrad male gonadal dose, 1.62 mrad female gonadal dose and 646 mrad skin dose. Photofluorography was found to be an important source of exposure in bone marrow and skin doses, but not gonadal doses in adults.

**要約:** ABCC 一予研成人健康調査対象者が地元病・医院で受けた間接 X 線検査による骨髄、生殖腺および皮膚線量を、対象者の面接調査、病・医院調査ならびにファントムによる線量測定に基づいて推定した。生殖腺線量には、用いられた X 線装置によって大きな差が認められたが、骨髄および皮膚線量には著明な差は認められなかった。得られた平均値は、骨髄積算線量 40.7 g-rad, 男子生殖腺線量 0.29 mrad, 女子生殖腺線量 1.62 mrad および皮膚線量 646 mrad であった。間接 X 線検査は骨髄および皮膚線量においては重要な照射源であるが、成人の生殖腺線量においては、そうでないことがわかった。

## INTRODUCTION

This study of chest photofluorography is part of a continuing medical X-ray dosimetry program concerning the 20,000 persons participating in the ABCC-JNIH Adult Health Study.<sup>1</sup> It is based on previous surveys of patients and hospitals.<sup>2,3</sup>

## 緒言

ABCC 一予研成人健康調査対象者<sup>1</sup> 20,000人について、医療用 X 線検査による被曝線量推定に関する調査研究が続けられている。本研究においては、その一環として胸部間接 X 線検査による線量測定を実施した。この研究は、先に行なわれた対象者および病・医院調査に基づいている。<sup>2,3</sup>

---

ABCC Visiting Research Associate,<sup>1</sup> and Advisor<sup>2</sup>

ABCC 非常勤研究員,<sup>1</sup> および顧問<sup>2</sup>

\*Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University

広島大学原爆放射能医学研究所

The Tuberculosis Prevention Law of Japan requires yearly chest roentgenography.<sup>4</sup> Photofluorography is exclusively employed in these examinations, and therefore contributes appreciably to the total medical X-ray examination dose because of its frequent use and relatively high dose compared to chest radiography. These points prompted this study.

## MATERIALS AND METHOD

**Dosimeters and Phantom Equipment.** A phantom containing a complete skeleton, beeswax-impregnated cellulose for lungs, and Mix-D to approximate soft tissue density was used in this study. It contains 16 drawer-like receptacles for ionization chambers to measure bone marrow and gonadal dose, after the method of Laughlin et al.<sup>5</sup> The chamber positions are as follows: Skull vertex, C-4, T-6, T-12, L-5 vertebrae, body of sternum, lateral portions of both 6th ribs: both iliac crests, trochanteric regions of both femurs, symphysis pubis, and the regions of the male and female gonads. The drawer arrangement facilitated easy removal and replacement of the ionization chambers before and after dose measurements.

### Radiographic Units and Procedures

**Transformer-type Units.** A General Electric diagnostic radiographic unit (130 kvp, 500 ma) with full-wave rectification was used to represent the transformer-type photofluorographic units in this study. Tables were compiled showing bone marrow integral, gonadal, and skin doses per mas for various tube voltages, field sizes, and added filtration using data obtained with the General Electric unit. From these tables, doses to patients were calculated according to exposure factors used in the actual examinations.

Nearly all X-ray units in this study were assessed for output and quality to minimize discrepancies between the roentgen output and nominal tube voltages of the units in the hospitals and clinics and those of the experimental units.

**Condenser-type Units.** Six condenser-type units, each having a capacity of  $1.0 \mu\text{F}$ , represented a variety of such units, of various manufacturers, currently in use in the communities. No linear correlation could be established between the condenser capacity and the radiation output in a study of output and quality of X-ray units.<sup>6</sup> Radiation output and quality were difficult to assess in cases of phototimers, and because of the "tail-cut" effect of many

日本においては、結核予防法により、年に1回胸部X線検査を受けることが義務づけられている。<sup>4</sup> この検査には、ほとんどすべて間接撮影が採用されている。そのため間接撮影は頻度が高く、かつ胸部直接撮影よりも被曝線量が高いために、医療用放射線による総被曝線量に寄与する割合が大きい。これらの理由で本研究が実施された。

### 材料および方法

**線量計およびファントーム.** 使用したファントームは、完全な人骨格、肺組織として蜜蝋浸透セルローズ、ならびに軟組織と似た密度をもつ Mix D より成り立っている。このファントームには、骨髄および生殖腺線量測定用の電離槽を挿入するための16個の引き出し状の容器が設けられている。これは Laughlin ら<sup>5</sup>の方法に従って作製された。電離槽の場所は、頭蓋骨、頸椎-4、胸椎-6、胸椎-12、腰椎-5、胸骨、左右肋骨-6、左右腸骨稜、両大腿骨上端部、恥骨結合および男女生殖腺部位である。引き出しを設けたのは、容易に取りはずせることおよび線量測定の前後における電離槽の入れ替えを便利にするためである。

### X線装置および方法

**変圧器式装置.** General Electric 製全波整流診断用X線装置(130 kvp, 500 ma)を変圧器式装置の代表として使用した。この装置によって得られた測定値に基づいて、mas 当たりの骨髄積算、生殖腺ならびに皮膚線量を電圧、照射野、濾過板の関数として示す表を作製した。これらの表から実際の検査に使用された照射条件に従って各患者の線量を計算によって求めた。

病・医院で使用されている装置および実験に用いられた装置のX線出力および管電圧の差を減少させるために、本研究において対象となったほとんどすべてのX線装置について出力および線質の測定を行なった。

**蓄放式装置.** 蓄放式としては、現所在地元病・医院で使用されているいろいろな製造会社のいろいろな装置のうち、 $1.0 \mu\text{F}$ の蓄電容量をもつ6台をもってその代表とした。X線装置の出力および線質の調査<sup>6</sup>において、蓄電容量とX線出力との間には直線的関係が認められなかった。またフォトタイマーを使用している場合ならびに、多くの蓄放式にみられる波尾切断のために、出力および

of the condenser-type units. The average doses of the six condenser units employed in the phantom dosimetry were thus used to calculate dose, regardless of the differences in radiation output and quality or unit capacity.

Bone marrow integral dose was calculated according to a lattice. Methods of calculating dose are described elsewhere in detail.<sup>7,8</sup> A value of 0.93 was employed as the conversion factor for roentgen to rad.<sup>9</sup>

## RESULTS

Figures 1 and 2 illustrate the bone marrow integral dose per mas for transformer-type units as a function of tube voltage, field size, and added filtration. Gonadal and skin doses are shown in Table 1. These figures and tables were used to calculate dose to each patient according to the exposure factors for the transformer-type units obtained in a survey of hospitals and clinics.<sup>3</sup>

The roentgen outputs of the six condenser-type units are shown in Table 2. Dose estimates for chest photofluorography contained uncertainties resulting from variations in radiation output and quality. Wide variations in outputs were observed in spite of the same condenser capacities.

線質の測定が困難であった。したがって、X線出力、線質ならびに蓄電容量とは無関係に、ファントム実験に使用した6台の蓄放式装置による平均値を線量計算に利用した。

骨髄線量は格子区画によって計算した。計算方法は他の報告で詳細に述べられている。<sup>7,8</sup> レントゲンからラドへの換算には0.93を用いた。<sup>9</sup>

## 結果

図1, 2に、変圧器式装置におけるmas当たりの骨髄線量を、電圧、照射野ならびに濾過板の関数として示した。表1には、生殖腺および皮膚線量を示した。これらの図表は、病・医院調査によって得られた変圧器式装置の照射条件に従って、各患者の線量計算に利用されたものである。<sup>3</sup>

6台の蓄放式装置のX線出力を表2に掲げる。胸部間接検査の推定線量には出力および線質の相違に基づく不正確さが含まれてくる。同一蓄電容量にもかかわらず、出

TABLE 1 GONADAL & SKIN DOSES BY TUBE VOLTAGE, ADDED FILTRATION, & FIELD SIZE

表1 電圧、濾過板、照射野別にみた生殖腺および皮膚線量  
(Transformer-Type, FSD:80 cm)

Tube Voltage 管電圧	Added Filtration 濾過板 (mmAl)	Gonadal Dose 生殖腺線量 (mrad/mas)						Skin Dose 皮膚線量 (mrad/mas)
		30×30 cm		40×40 cm		50×50 cm		
		M 男	F 女	M 男	F 女	M 男	F 女	
50 kvp	0.5	0.004	0.013	0.032	0.250	0.120	0.450	16.6
	1.0	0.005	0.012	0.032	0.235	0.113	0.426	12.7
65	0.5	0.016	0.047	0.114	0.846	0.401	1.44	28.8
	1.0	0.016	0.050	0.110	0.806	0.382	1.33	23.2
80	0.5	0.031	0.102	0.229	1.62	0.761	2.72	39.2
	1.0	0.032	0.106	0.229	1.60	0.711	2.58	32.5

TABLE 2 ROENTGEN OUTPUT OF CONDENSER-TYPE APPARATUS

表2 蓄放式X線装置の出力

(Unit: mR at 100 cm, Added Filtration: 0.5 mmAl)

Tube Voltage 管電圧	Photofluorographic Unit 間接撮影装置						Mean 平均	SD 標準偏差
	A	B	C	D	E	F		
40 kv	16.6	21.2	21.2	15.4	32.0	33.6	23.3	7.72
50	38.1	50.6	44.0	30.8	68.0	72.5	50.7	16.5
60	74.0	105	81.0	55.0	128	136	96.5	31.9
70	117	194	100	89.0	220	236	159	64.8
80	150	308	120	136	350	368	239	115

Capacity of all units is 1.0  $\mu$ F. Tube voltages are nominal.

装置の蓄電容量はすべて1.0  $\mu$ F. 電圧はメーター制御卓上の指示値。



FIGURE 1 BONE MARROW INTEGRAL DOSE BY TUBE VOLTAGE & FIELD SIZE

図1 電圧および照射野別にみた骨髄積算線量

(Transformer-Type, FSD: 80 cm, Added Filtration: 0.5 mmAl)

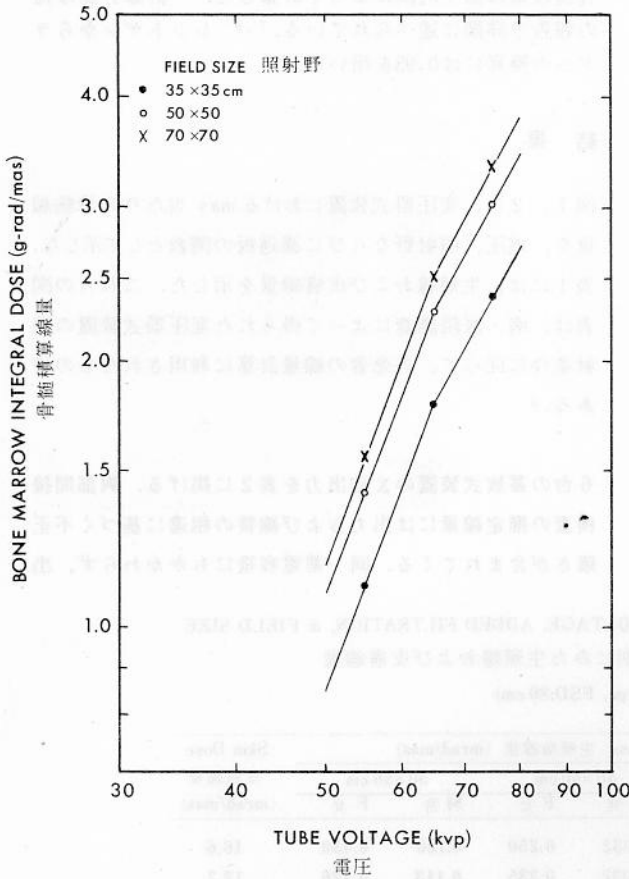
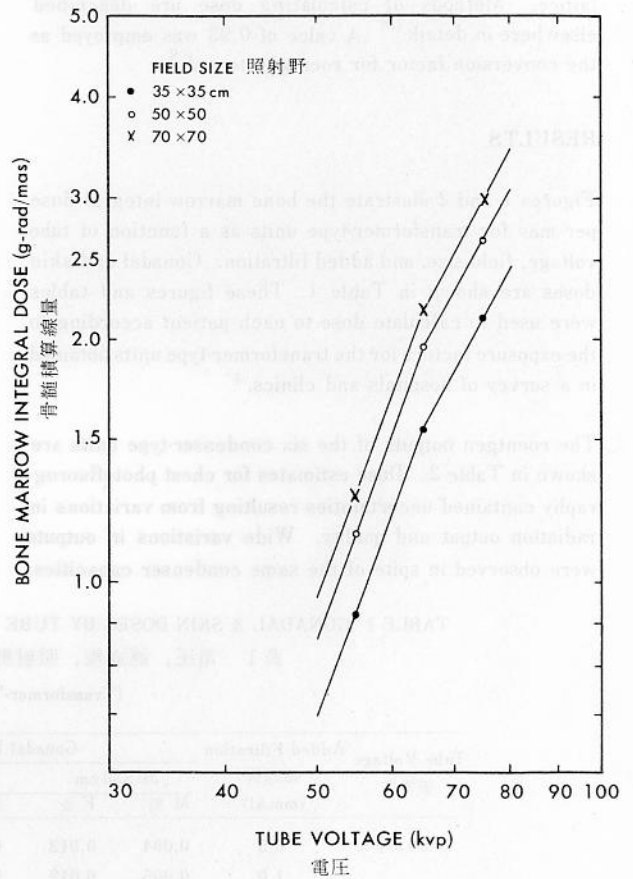


FIGURE 2 BONE MARROW INTEGRAL DOSE BY TUBE VOLTAGE & FIELD SIZE

図2 電圧および照射野別にみた骨髄積算線量

(Transformer-Type, FSD: 80 cm, Added Filtration: 1.0 mmAl)



“Tail-cuts” at various tube voltages and errors in nominal tube voltages may have caused the discrepancies. Wider output variations may be expected from units by which the patients receive their examinations in Hiroshima and Nagasaki.

Tables 3 and 4 show the average bone marrow integral and skin doses from the six units, by tube voltage and field size.

Gonadal doses by distance from beam margin to gonads and by unit are illustrated in Figures 3-8. In this study, these distances were measured according to radiographs of the phantom. Accurate measurements were sometimes difficult because of lack of clarity at the beam margin — an additional factor of error in gonadal dose estimates that is reflected in Figures 3-5.

力に大きな変動が認められた。この相違は、「波尾切断」が任意の電圧で行なわれることおよびメーターの電圧指示値の不正確さに由来するものと考えられる。広島、長崎において実際に患者が検査を受けた装置では、これ以上の出力の変動が考えられる。

表3、4に、6台の装置による平均骨髄および皮膚線量を電圧および照射野に対して示した。

線維辺縁から生殖腺までの距離および装置の違いによる生殖腺線量を図3-8に示す。線維辺縁から生殖腺までの距離は、ファントムのX線写真によって測定した。しかし、線維辺縁においては像が鮮明でないために正確な測定ができなかった。これは生殖腺線量推定における別の誤差の原因となる。このことは図3-5にみられる。

FIGURE 3 GONADAL DOSE BY UNIT & DISTANCE FROM BEAM EDGE, MALE

図3 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 男性

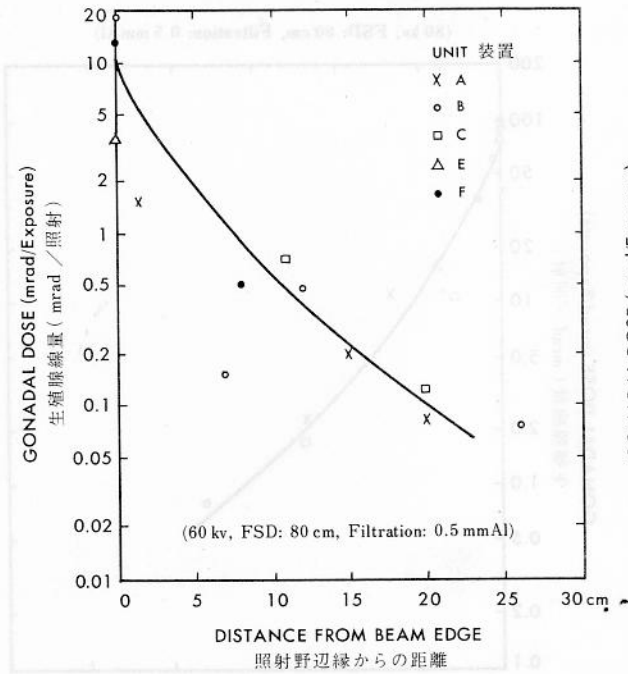


FIGURE 5 GONADAL DOSE BY UNIT & DISTANCE FROM BEAM EDGE, MALE

図5 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 男性

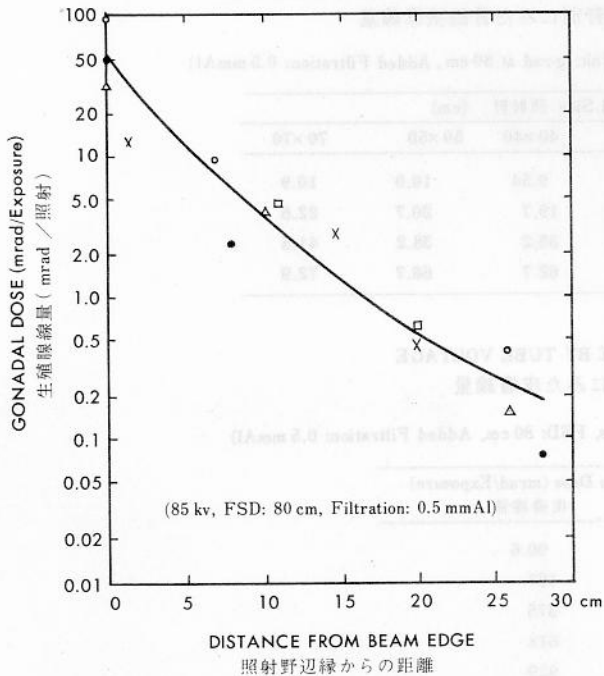


FIGURE 4 GONADAL DOSE BY UNIT & DISTANCE FROM BEAM EDGE, MALE

図4 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 男性

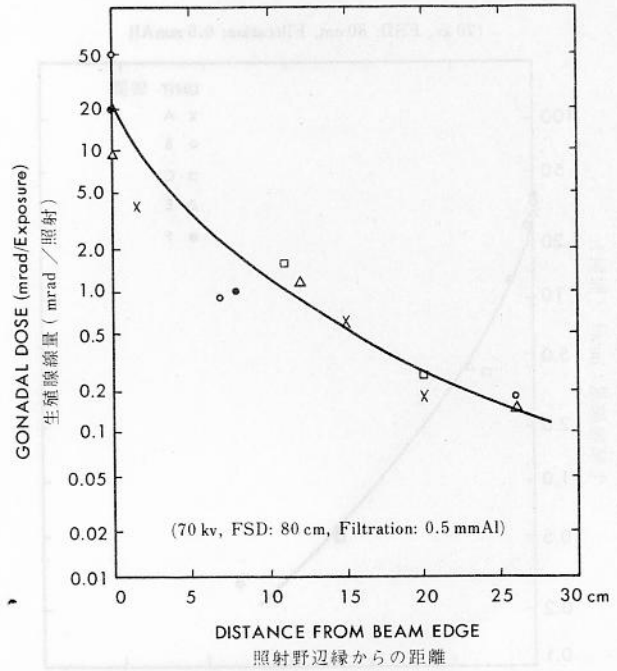


FIGURE 6 GONADAL DOSE BY UNIT & DISTANCE FROM BEAM EDGE, FEMALE

図6 装置および照射野辺縁からの距離による生殖腺線量, 女性

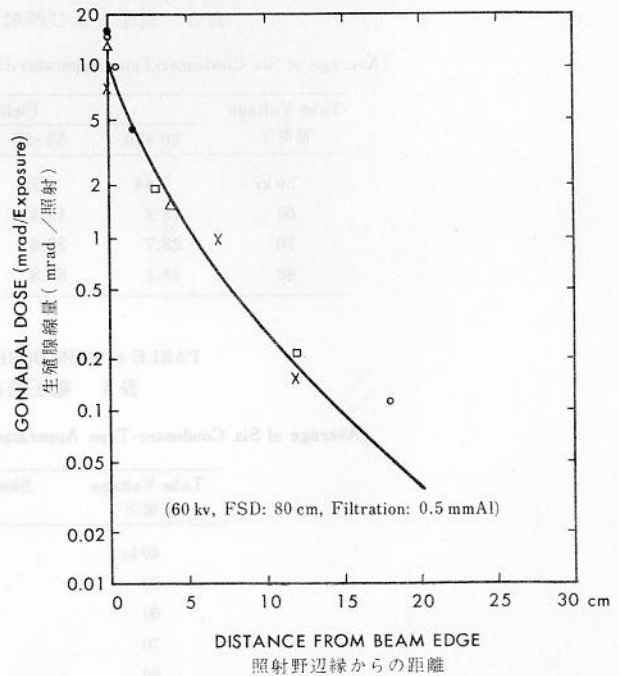


FIGURE 7 GONADAL DOSE BY UNIT & DISTANCE FROM BEAM EDGE, FEMALE

図7 装置および照射野辺線からの距離による生殖腺線量, 女性

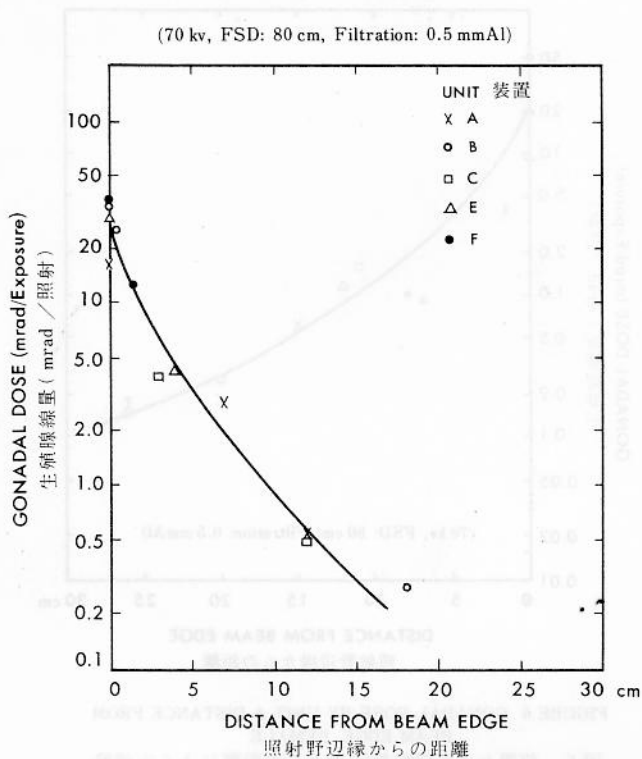


FIGURE 8 GONADAL DOSE BY UNIT AND DISTANCE FROM BEAM EDGE, FEMALE

図8 装置および照射野辺線からの距離による生殖腺線量, 女性

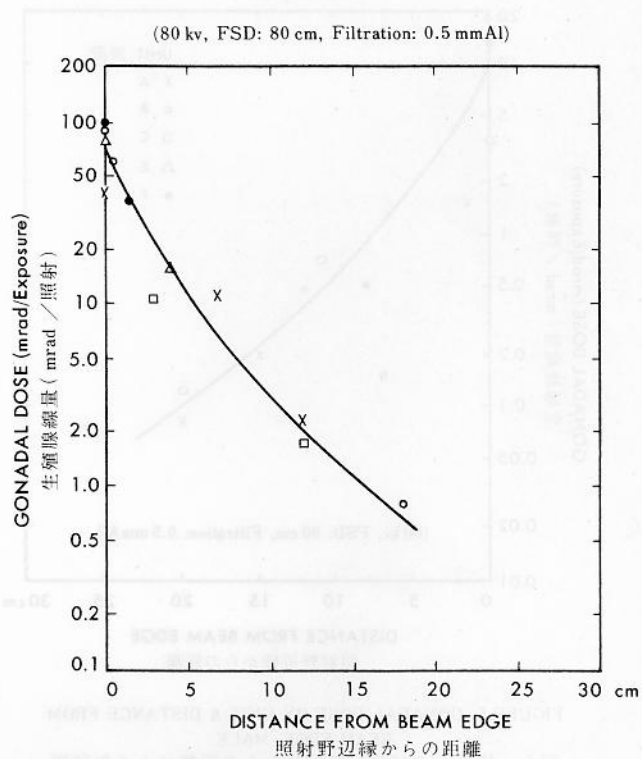


TABLE 3 BONE MARROW INTEGRAL DOSE BY TUBE VOLTAGE & FIELD SIZE

表3 電圧および照射野別にみた骨髓積算線量

(Average of Six Condenser-Type Apparatus, Unit: g-rad at 80 cm, Added Filtration: 0.5 mmAl)

Tube Voltage 管電圧	Field Size 照射野 (cm)				
	30×30	35×35	40×40	50×50	70×70
50 kv	7.44	8.75	9.54	10.0	10.9
60	15.8	18.4	19.7	20.7	22.6
70	28.7	33.6	36.2	38.2	41.5
80	48.1	57.8	62.7	66.7	72.9

TABLE 4 SKIN DOSE BY TUBE VOLTAGE

表4 電圧別にみた皮膚線量

(Average of Six Condenser-Type Apparatus, FSD: 80 cm, Added Filtration: 0.5 mmAl)

Tube Voltage 管電圧	Skin Dose (mrad/Exposure) 皮膚線量
40 kv	90.6
50	197
60	375
70	618
80	929

TABLE 5 AVERAGE BONE MARROW INTEGRAL, GONADAL AND SKIN DOSES OF AHS SUBJECTS BY PHOTOFUOROGRAPY, HIROSHIMA AND NAGASAKI

表5 間接X線検査による成人健康調査対象者の平均骨髄積算, 生殖腺ならびに皮膚線量, 広島・長崎

Unit Type 装置の型式	Examinations 検査数			Bone Marrow Integral Dose 骨髄積算線量 (g-rad)	Gonadal Dose 生殖腺線量 (mrad)		Skin Dose 皮膚線量 (mrad)
	M 男	F 女	Total 計		M 男	F 女	
Condenser 蓄放式	233	269	502	38.9	0.115	0.178	658
Transformer 変圧器式	92	57	149	46.6	0.714	8.42	604
Average 平均	325	326	651	40.7	0.285	1.62	646

Table 5 summarizes the average bone marrow integral, gonadal, and skin doses of Adult Health Study subjects from photofluorography in Hiroshima and Nagasaki. There were no significant differences in bone marrow and skin doses by unit type. However, gonadal doses of the transformer-type units were significantly higher than those of condenser units.

## DISCUSSION

This study is part of a dosimetry program involving medical X-ray exposure of Adult Health Study subjects, but doses presented are useful in estimates of exposure of other subjects who receive chest photofluorography.

In Japan, yearly chest photofluorography is required, including kindergarten pupils and housewives.<sup>4</sup> Some effects of this regulation were observed during a survey of radiological practice in Hiroshima and Nagasaki.<sup>10</sup> In 1963, the frequency of photofluorography was 0.83 examinations per year per capita in Hiroshima; and 0.5 in Nagasaki, exceeding radiography and fluoroscopy.

Bone marrow integral and skin doses from photofluorography were 10 times that of chest radiography while gonadal doses were more by a factor of two or three. Short focus-screen distances and better beam collimation in photofluorography may have been responsible for this.

Gonadal doses varied by unit type. Those from transformer units were higher than those from condenser units. Beams are collimated to less than the dimensions of the fluorescent screen of the condenser units used for photofluorography, but less attention is given beam collimation in transformer units. This is a possible reason for the higher gonadal doses from transformer units.

Few reports have been published about bone marrow dose in photofluorography. Hashizume et al reported bone mar-

広島, 長崎における成人健康調査対象者の間接X線検査によって受ける平均骨髄積算, 生殖腺ならびに皮膚線量を表5に要約して掲げる. 骨髄および皮膚線量には, 装置による著明な差はみられなかった. しかし, 生殖腺線量は, 変圧器式装置の方が蓄放式よりも高い値を示した.

## 考 察

本研究は成人健康調査対象者の医療用放射線被曝に関する線量推定の一部として実施されたものであるが, ここに示された線量値は, 他の患者が胸部間接X線検査によって受ける線量の推定にも利用できる.

日本においては, 幼稚園児や家庭婦人を含めて年に1回胸部X線検査を受けることが義務づけられている.<sup>4</sup> この規則による影響は広島, 長崎の放射線診療活動の調査において認められている.<sup>10</sup> 間接撮影の頻度は1963年において, 広島で1人, 1年当たり0.83回であり, 長崎で0.5回であった. この値は直接撮影および透視検査の頻度より高い.

間接撮影による骨髄積算および皮膚線量は胸部直接撮影の約10倍であったが, 生殖腺線量は2-3倍の値でしかなかった. これは, 間接撮影において焦点-蛍光板間距離が短いことおよび線束の絞りがよいことによるものと考えられる.

生殖腺線量には装置の型式により変動が認められた. 変圧器式による線量は蓄放式よりも高い値を示した. 間接撮影に用いられる蓄放式装置は一般に蛍光板の面積より小さく絞られているが, 変圧器式では線束の絞りにじゅうぶんな注意が払われていない例がみうけられた. このことが変圧器式において生殖腺線量が高い原因の一つであろう.

間接撮影の骨髄線量については, これまでのところ報告がきわめて少ない. 橋詰らは日本の成人の骨髄線量とし

row integral dose for Japanese adults as 29.4 g-rad per exposure,<sup>11</sup> assuming 741.7 g as the total active bone marrow weight. In the present study, a weight of 1046 g was used.<sup>12</sup> The value of 29.4 g-rad would become 42 g-rad were 1046 g used as the active marrow weight. Our dose of 40.7 g-rad in Hiroshima and Nagasaki therefore agreed rather closely with Hashizume's. However, his dosimetry apparatus and methodology differed considerably from ours in other ways. Detailed descriptions of our method of monitoring and calculating doses are described elsewhere.<sup>7,8</sup>

Gonadal doses from chest photofluorography for various countries according to the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation<sup>13</sup> varied from 0.1 to 10 mrem for males and 0.1 to 15 mrem for females with means of 2.1 and 3.3 mrem, respectively. Values for Japan were 0.1 and 0.4 mrem. Izenstark and Lafferty<sup>14</sup> in the United States reported 1.3 mrem for males and 11.4 mrem for females. Hammer-Jacobsen<sup>15</sup> in Denmark reported 3.8 mrem and 18.9 mrem for males and females respectively. Doses in this study were 0.29 and 1.6 mrad for males and females respectively—three to four times higher than those for Japan as a whole, but generally lower than those for other countries.

The contribution by photofluorography to the total medical diagnostic X-ray examination dose in 1963 in percent was 18, 36, 3, and 1, for skin, bone marrow integral, male and female gonadal doses, respectively.<sup>16</sup> These skin and bone marrow values emphasize the importance of photofluorography as a contributor to exposure. Photofluorography contributed little to the adult gonadal dose. Although the Adult Health Study did not permit the study of children, gonadal dose to children cannot be ignored because of the frequent use of photofluorography and their future high reproductive potential. Results obtained in this study will be used to supplement the overall dose data for this study population.

て 29.4 g-rad という値を報告している。<sup>11</sup> この値は全活性骨髄量を 741.7 g として計算されたものである。本研究では 1046 g を骨髄量として使用した。<sup>12</sup> 骨髄量を 1046 g として計算すると 29.4 g-rad は約 42 g-rad となる。それゆえ広島、長崎で得られた 40.7 g-rad は橋詰らの値とかなりよい一致を示した。しかし、線量測定器および方法は両者の間でかなり異なっている。本研究における線量測定および計算方法については他の報告で詳細に述べられている。<sup>7,8</sup>

国連報告(放射線影響に関する国連科学委員会)<sup>13</sup>によると、世界各国の胸部間接 X 線検査における生殖腺線量は男性では 0.1 から 10 mrem, 女性では 0.1 から 15 mrem の範囲にあり、平均値はそれぞれ 2.1 および 3.3 mrem となっている。日本の値は男性で 0.1, 女性で 0.4 mrem である。米国の Izenstark および Lafferty<sup>14</sup> は男性 1.3 mrem, 女性 11.4 mrem と報告している。デンマークの Hammer-Jacobsen<sup>15</sup> によれば、それぞれ 3.8 および 18.9 mrem となっている。本研究における生殖腺線量は、それぞれ 0.29 および 1.6 mrad であり、日本における値より 3 ないし 4 倍高く、他の国の値よりは一般に低い値であった。

1963 年における医療用 X 線検査の総線量に寄与する間接 X 線検査の割合は、皮膚、骨髄積算、男子生殖腺ならびに女子生殖腺について、それぞれ 18, 36, 3 ならびに 1 パーセントであった。<sup>16</sup> これは間接撮影は皮膚および骨髄に対する重要な照射源であることを示す一方、成人の生殖腺線量に対する寄与はわずかであることを示した。成人健康調査では子供が対象に含まれていないが、子供に対する生殖腺線量が無視できないことは、間接 X 線検査の頻度が高いことや、子供期待値が高いことから考えて当然であろう。本研究で得られた結果は、調査対象者の全被曝線量推定の一助として利用できるであろう。

## REFERENCES

### 参考文献

1. Research plan for joint ABCC-JNIH Adult Health Study in Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 11-62
2. SAWADA S, WAKABAYASHI T, et al: Survey of subjects February 1964-January 1965; Exposure to medical X-ray, community hospitals and clinics, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 24-67
3. SAWADA S, WAKABAYASHI T, RUSSELL WJ: Photofluorography techniques in hospitals and clinics, Hiroshima and Nagasaki, 1964-65. ABCC TR 3-68
4. 衆参議院法制局(編): 現行法規総覧, 1966年改正  
(LEGISLATIVE BUREAU, HOUSE OF REPRESENTATIVES, HOUSE OF COUNCILORS (Ed): Current Laws and Regulations. Revised 1966)
5. LAUGHLIN JS, MEURK MI, et al: Bone, skin and gonadal doses in routine diagnostic procedures. Amer J Roentgen 78:961-82, 1957
6. ANTOKU S, SAWADA S, et al: Radiation output and quality of diagnostic X-ray apparatus in community hospitals and clinics, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 23-67
7. ANTOKU S, MILTON RC: Dose to bone marrow and gonads from chest examinations. Calculations by electronic computer. ABCCTR 4-67
8. ANTOKU S, YOSHINAGA H, RUSSELL WJ: Bone marrow and gonadal dose in roentgenography excluding posteroanterior chest examinations, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 5-68
9. National Bureau of Standards Handbook 62, 1956. p16
10. SAWADA S, WAKABAYASHI T, et al: Radiologic practice since the atomic bombs, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 25-67
11. HASHIZUME T, KATO Y, et al: Estimation of bone marrow dose from photofluorography in Japan. Nippon Acta Radiol 25:991-7, 1965
12. RUSSELL WJ, YOSHINAGA H, et al: Active bone marrow distribution in the adult. Brit J Radiol 39:735-9, 1966
13. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly Official Records. Seventeenth Session, Supplement No. 16 (A/5216) 1962
14. IZENSTARK JI, LAFFERTY W: Medical radiological practice in New Orleans: Estimates and characteristics of visits, examinations, and genetically significant dose. Radiology 90:229-42, 1968
15. HAMMER-JACOBSEN E: Genetically significant radiation doses in diagnostic radiology. Acta Radiol Suppl 222, 1963
16. RUSSELL WJ: Medical X-ray exposure among Hiroshima and Nagasaki A-bomb survivors. Nippon Acta Radiol 30:12-54, 1971