

Title	診断用X線撮影による骨髓線量の推定
Author(s)	橋詰, 雅; 加藤, 義雄; 丸山, 隆司 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(9), p. 1087-1093
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15015">https://hdl.handle.net/11094/15015</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 診断用 X 線撮影による骨髓線量の推定

放射線医学総合研究所 物理第3研究室

橋 詰 雅 加 藤 義 雄 丸 山 隆 司  
白 貝 彰 宏

信州大学中央レントゲン部

丸 山 静 雄 滝 沢 正 臣

(昭和39年10月19日受付)

Estimation of Bone Marrow Dose from Radiography of X-Ray Examinations

By

Tadashi Hashizume, Yoshio Kato, Takashi Maruyama, Akihiro Shiragai

Physics Division, National Institute of Radiological Sciences

and

Shizuo Maruyama, Masaomi Takizawa

Roentgen Center, Shinshu University Hospital

As one of the estimations of the population dose in Japan, the absorbed dose produced in active bone marrow by radiography of x-ray examinations was measured in realistic human phantoms.

The bone marrow dose and the bone marrow significant dose were 5.0 m-rad/y and 4.5 m-rad/y respectively. In comparison with the doses for roentgenotherapy, these doses were 1.1 per cent and 2.8 per cent respectively, and these doses were considerably small in comparison with the doses for fluoroscopy and photoroentgenography which are being estimated in our laboratory successively.

## 緒 言

放射線被曝により白血病が誘発されることは一般に認められているが、この誘因が骨髓被曝によるものか全身被曝によるものかは定かでない。しかしながら Folley 等<sup>1)</sup>の広島、長崎の原爆被曝生存者における白血病の調査は骨髄性白血病が放射線量に関係あることを示しており、また Court-Brown 等<sup>2)</sup>は X 線治療を受けた強直性脊椎炎患者からは予期される白血病発生数よりはるかに多い発生数が得られたと報告している。これらのことより骨髓線量と白血病誘発には相関関係を認めてよさそうである。

この骨髓被曝による白血病の誘発は本来は個人

個人の被曝線量に関係すると考えられ、ある特定のグループ全体の平均線量に関係するとは考えられないが、非常に多人数のグループとしての被曝線量の総和はそのグループにおける白血病の発生率と相関関係をもっていると考えてよさそうである。宮川班<sup>3)</sup>は上と同様な考えに基づいて骨髓線量を求めているが、われわれも同様にして次式の如き線量を定義し、診断用 X 線撮影による日本人の骨髓有意積分線量を求めた。

$$\text{骨髓積分線量； } D = \sum_{j,k} N_{jk} d_{jk} / \sum_k N_k,$$

$$\text{骨髓有意積分線量； } D_s = \sum_{j,k} N_{jk} L_{jk} d_{jk} / \sum_k N_k$$

k : 各 年 令 層

j : 照 射 の 種 類

- $N_{jk}$  : k 年令層でjの照射を受けた人数
  - $d_{jk}$  : k 年令層でjの照射を受けた場合の骨髄の受ける線量
  - $N_k$  : k 年令層の全人数
  - $L_{jk}$  : 放射線により誘発される白血病の誘発因子
- 実験方法

1) X線発生装置 島津製, 桂 150KV-50mA, 60KV-500mA 高压発生装置に油浸二重焦点廻転陽極型サークルックス 0.3, 2Cをつけたものを使用した。

2) Phantom 千葉大学整形外科で成形したギプスを基にして作った。この軟組織には M3-phantom (重量%で, パラフィン76.9%, MgO 22.4%,  $CaCO_3$  0.7%) を, また骨には荒居<sup>4)</sup>考案の phantom (パラフィン54%,  $Ca_3(PO_4)_2$  38%, C 8%) を用い, また肺には密度 0.3のコルクを用いた。骨髄の位置は長崎大学岡島教授によって撮影された人体各部5枚のX線廻転断層写真によって決められた値を使用した。

Table 1. Active bone marrow distribution of the adult in Japan<sup>5)</sup>

Site	Active Bone Marrow wt. (g)	Number of Glasses
Skull	55.62 (62.0)	3
Mandible	1.83 (6.2)	
Cervical vertebrae	22.24 (25.1)	1
Clavicles	5.57 (8.1)	6
Scapulae	16.73 (25.3)	
Ribs	104.46 (58.0)	
Humerus	27.92 (10.0)	
Sternum	20.58 (16.7)	1
Thoracic vertebrae	101.00 (104.0)	4
Lumbar vertebrae	85.75 (80.0)	4
Iliac bone	170.17 (163.5)	9
Sacral vertebrae	65.78 (103.0)	3
Femur	87.06 (20.0)	4
Total	766.54 (681.9)	36

3) 骨髄の量 白血病誘発には造血作用の盛んな赤色髄 (active bone marrow) の寄与が大きいと考えられ, この量としては山田, 橋本の測定値を用いることにした<sup>5)</sup> (表1)。この表で ( ) 内の値は Ellis<sup>6)</sup> の得た赤色髄の質量に山田等の求めた骨髄実質比を掛けて得た active bone ma-

rrow の量で比較のために記した。14才以下の active bone marrow の量は参考にする資料がなかったので一応体重に比例するとした。即ち active bone marrow の量を 0~2才では成人の10/50, 3~7才では20/50, 8~14才では36/50であるとした。

4) 線量計とその配置 線量計には電気試験所で校正された Victoreen, Model 570, # 326 (10r 用) で校正した螢ガラス線量計を用いた。螢光ガラスには  $8 \times 8 \times 4.5$ mm のものを用い, active bone marrow 約20g に1個の割合で骨髄分布に従って配置した (表1の3列目)。

5) 線量の補正及および校正 (i) 不連続境界面の線量補正について 骨髄線量を求める際に注意しなければならないのは, 骨梁から飛び出る二次電子の影響である。現在線量計を用いてこの影響を測ることはできないので, こゝでは ICRU (1959)<sup>6)</sup> の超過線量の計算値を基にして検討した。検討にした資料には橋本等<sup>7)</sup>の椎骨, 胸骨, 腸骨と肋骨の4種の骨髄写真ならびにその写真を基に彼等が作った骨梁巾とその間隔の頻度分布の値を使つた。

(a) : 骨梁巾と間隔の平均値から求める方法 ICRUは各部位の平均の骨梁巾と間隔で超過線量を論じている。われわれはこの値を求めるのに積分幾何学法を用いた。今間隔 a で縦横に10本の手行線を引き, 正方形の透明な格子マスクを作

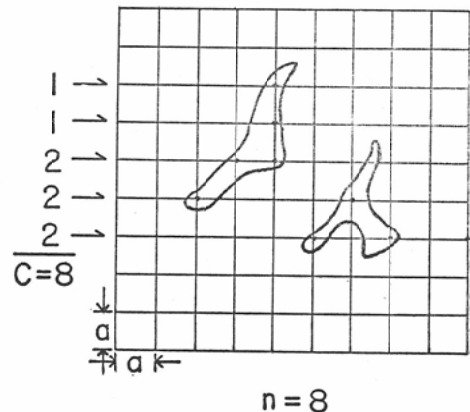


Fig. 1 Estimation of average dimensions of bone lamellae.

る。これを測るべき図形の上に置き一方向の平行線を横切る骨梁の数Cを数え、同時に骨梁内にある格子点の数nを数える(図1)。この時、マスクの全面積 $(10 \times a)^2$ に含まれる骨梁の全長Lとその全面積Sおよび骨梁の平均巾Wは

$$L = \frac{\pi}{2}ac, \quad S = a^2n, \quad W = \frac{S}{L} = \frac{2a}{\pi} \cdot \frac{c}{n}$$

となる。

同様に骨梁間隔も求めうる。この方法で求めた4種の骨梁巾と間隔を表2の2, 3列に示す。ICRU Figure 3.12によれば超過線量の最高値は

Table 2. Mean excess dose and dimensions of lamellae and marrow spaces

	Width of Bone Lamellae	Dimension of Marrow Space	Mean Excess Dose	
			(a)	(b)
Lumbar vertebrae	128±37 μ	606±83 μ	8.6%	2.1% (2.2%)
Sternum	126±54	826±135	6.4	2.4 (2.7%)
Iliac bone	110±41	601±70	8.6	3.0
Ribs	375±265	449±265	10.2	3.3

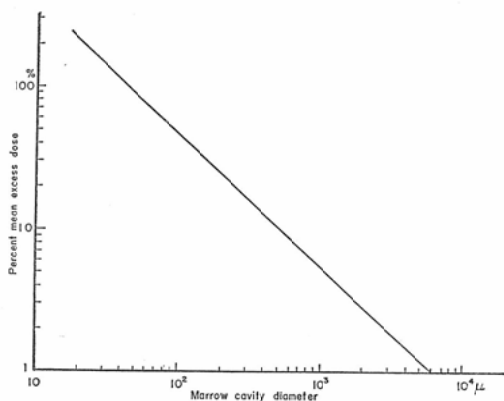


Fig. 2 Excess marrow dose at photon energy of 50 keV.

photon energy で約52~53Kev である。撮影の場合は大体 effective 50 Kev 以下なので、こゝでは一応50 Kev の値を使用して骨梁間隔と超過線量の関係を書きかえると図2の如くなる。ただしICRUに記してある骨梁間隔は100μから900μであるが、一応この直線はその両側に外挿できるものとして記してある。この図を用い

て4種の部位の超過線量を求めると表2の第4列の如くなった。

(b) : 骨梁巾と間隔の頻度表から求める方法  
骨梁間隔の平均値から超過線量を求めることは、骨梁間隔と超過線量が一次の関係にあるか、骨梁間隔の頻度のごく一部の値の附近に集中しているときのみ可能なことである。実際には、骨梁間隔と誘過線量は一次の関係がなく、また橋本等<sup>7)</sup>による日本人のこの頻度分布は非常に大きな散らばりを示しているので、(a)の如き求め方では不満足であると考え頻度分布を用いて平均超過線量を求めた。今、骨梁容積  $V_i$  はその骨梁間隔  $r_i$  の球であると仮定すれば平均超過線量  $\bar{d}$  はと  
$$\bar{d} = \frac{\sum_i f_i v_i \cdot d_i}{\sum_i f_i v_i} = \frac{\sum_i f_i r_i^3 d_i}{\sum_i f_i r_i^3}$$
なる。こゝで  $f_i$  は骨梁間隔  $r_i$  の頻度、 $d_i$  は骨梁間隔が  $r_i$  のときの超過線量である。この計算で得た値を表2第5列に示す。この値は(a)の値と大きい差を示しているが、これは一部の非常に大きい容積を持った骨髓空間があると、その超過線量への寄与が大ききくことから説明できる。尙比較のために栗冠の測定値<sup>8)</sup>を第5列( )内に記したが、頻度分布から求めた値とよく一致している。彼は吸収係数Fが壁から10μの点までは2で、10μ以上では1であると仮定し、Fが2である面積とFが1の面積の比から超過線量を求めている。この仮定は50 Kev の photon では良い近似と考えられる。

(ii) f 因子の推定 蛍光ガラス線量計は校正された空気電離箱で校正されているので、蛍光ガラスを骨髓中に入れ照射された後の蛍光量の読みをレントゲン単位(R)に換算すれば次式から吸収線量を求めることができる。

$$D_{abs.} = f \cdot R \text{ rad}$$

f 値はICRUに表となつて与えられているが、撮影条件では、この値はほぼ0.93となつていたので骨髓の吸収線量は

$$D_{marrow} = 0.93 R \text{ rad}$$

とおける。

6) 吸収線量の計算方法 名撮影における骨髓吸収線量を求めるには上記の如き種々の校正値を正しくあてはめねばならないが、計算の便宜上、

次の如き計算方法をとつた。

(i) 不連続境界面による超過線量は一律に2%とした。

(ii) f 因子は直接線も散乾線も0.93とした。

(iii) 骨髄積分線量は表1の10區画(14才以下の場合には下腿骨と前腕骨を追加)ごとの線量と、その區画骨髄量の積の総合計したものとす。

(iv) 14才以下については3~7才のphantomを使い、同年令層の照射条件で測定を行つた。

7)  $L_{jk}$  と  $N_{jk}$  の値  $L_{jk}$  は人体レベルの放射線生物学的因子で各年令層の生存率に関係し問題点も多いが、われわれは一応、白血病が被曝後20年間に誘発されると仮定し、その間の有効線量をもつて骨髄有意積分線量と考えることにした。よつて正常人の各年令層の20年間の生存比をもつて  $L_{jk}$  として計算を進めることにした。 $L_{jk}$  の値は昭和37年度厚生省統計調査部簡易生命表を基に作つた(表3)。

Table 3. Survival ratio for 20 years

Age	$L_{jk}$	
	Male	Female
0—14	0.99	0.99
15—19	0.98	0.99
20—24	0.98	0.98
25—29	0.97	0.98
30—34	0.97	0.98
35—39	0.94	0.96
40—44	0.92	0.95
45—49	0.88	0.92
50—54	0.81	0.88
55—59	0.72	0.64(≥55)
60—64	0.60	
≥65	0.40	

$N_{jk}$  の値には宮川等<sup>9)</sup>の表を用い、 $N_k$  には昭和37年度厚生省統計調査部の日本人の年令層別人口表を用いた。

8) 照射方法 照射条件には宮山班の遺伝有意線量推定の際に用いた各撮影部位毎約50件の調査表<sup>9)</sup>を用いたが、各照射条件毎に50回づつ測定す

Table 4. Absorbed dose for chest examination of adult males under various exposure conditions

Exposure Condition	Bone Marrow Integral Dose	Percent
43 cases	3.3 g-rad	100
Arithmetical mean value	3.5	106
Three zones	3.4	101
$\sqrt{\frac{N}{\sum_{i=1}^N (KV)^2_i / N}}$	4.0	115

るのは手数がかゝるので、50回の照射条件の平均値で測定が可能かどうかどうか代表的な成人男子の4つの部位について調べた。撮影条件のばらつきのある大きな胸部の場合の結果を第4表に示す。この表で第2行はphantomに43件の条件に従つたX線を照射した場合、第3行は管電圧, mAs, 照射野, FFDの条件をそれぞれ算術平均した条件に従つた場合、第4行は照射野を大ききの順に3群に大別しそれらの群の平均値の条件に従つた場合、また第5行は管電圧の自乗平均を用いた場合の射量を示す。この表から明らかな如く、43回それぞれ異つた条件で照射したものと算術平均の条件で照射したものとは余り差がなかつたので、他の全ての照射部位についても、それぞれ無作為抽出した約50件の照射条件の算術平均で実験をおこなうことにした。これらの照射条件は第5表の如くである。

#### 実験結果

各部位1回撮影の平均骨髄積分線量は第6表の如くなつた。この値に各部位の年間撮影件数を掛けて年間の骨髄積分線量を求めると第7表の如くなり全男性のうける量は  $2.2 \times 10^8$  g-rad/y, 全女性のうける量は  $1.6 \times 10^8$  g-rad/y となつた。また骨髄有意積分線量は第8表の如くなり、それぞれ  $1.9 \times 10^8$  g-rad/y と  $1.5 \times 10^8$  g-rad/y となつた。また1人当りの骨髄積分線量ならびに有意積分線量はそれぞれ 3.8 g-rad/y と 3.4 g-rad/y になつた。

#### 考 察

1) これらの結果は35年度における撮影条件に

Table 5-1 Mean exposure conditions (Children, 3-7 years old)

Site of Radiography	Male					Female				
	Tube Voltage	mAs	F.F.D.	Filter	Diaphragm	Tube Voltage	mAs	F.F.D.	Filter	Diaphragm
	kVp		cm	mm	cm cm	kVp		cm	mm	cm cm
1	55.5	50	93.3	0.88	5.5 × 4.9	63.5	55	96.3	0.77	4.6 × 4.8
2	49.0	20	93.0	0.71	4.9 × 4.4	50.3	13	96.5	0.74	4.9 × 4.9
3	53.5	13	99.3	0.88	4.6 × 5.0	56.0	24	109.0	0.73	4.6 × 3.9
4	55.0	18	172.7	0.80	4.7 × 5.0	55.2	23	180.0	0.78	4.0 × 5.7
5	60.7	44	73.6	0.94	6.5 × 6.5	65.1	27	89.2	0.50	7.3 × 7.4
7	59.0	34	100.0	1.20	4.4 × 4.8	55.5	24	82.5	1.50	3.6 × 3.7
8	57.4	21	65.8	0.69	3.6 × 3.7	73.0	26	65.0	0.50	4.2 × 4.6
9	58.8	63	91.0	0.67	5.9 (diam.)	57.0	68	96.6	1.00	4.9 × 5.3
10	58.3	103	97.1	0.67	3.8 × 4.9	59.8	65	100.0	0.60	6.0 × 6.0
11	43.0	270	120.0	0.50	5.5 (diam.)	58.5	75	125.0	0.75	7.3 (diam.)
12	56.7	33	94.2	0.95	5.7 × 5.6	54.4	30	90.0	0.50	6.7 (diam.)
13	65.4	46	86.3	0.73	3.0 × 5.4	---	---	---	---	---
18	55.4	24	95.0	0.71	3.4 (diam.)	54.4	28	95.8	0.85	5.4 × 5.4
19	55.0	25	100.0	0.50	2.4 × 2.4	52.5	73	100.0	0.75	2.7 × 3.2
20	49.5	28	91.7	0.77	5.0 × 5.0	51.0	17	96.6	0.76	4.3 × 4.6
21	56.6	12	31.0	0.90	3.3 (diam.)	60.0	17	26.8	0.50	4.3 (diam.)

Table 5-2 Mean exposure conditions (adult, ≥15 years old)

Site of Radiography	Male					Female					mAs at present
	Tube Voltage	mAs	F.F.D.	Filter	Diaphragm	Tube Voltage	mAs	F.F.D.	Filter	Diaphragm	
	kVp		cm	mm	cm cm			cm	mm	cm cm	
1	66.0	66	97.5	0.81	3.2 × 4.9	65.2	80	99.1	0.85	2.6 × 4.7	70
2	51.0	34	93.2	0.76	4.5 × 5.4	50.4	34	79.1	0.78	4.8 × 4.8	20
3	60.8	64	109.0	0.74	3.9 × 4.9	62.9	51	113.9	0.74	3.4 × 4.6	30
4	66.2	31	147.2	0.94	3.1 × 4.7	66.6	30	152.2	0.98	2.9 × 4.8	12
5	81.0	32	72.0	0.99	5.7 × 6.3	73.1	42	65.5	0.80	6.1 × 6.3	30
6	71.2	69	88.2	0.85	4.4 × 5.2	64.7	60	70.6	0.83	4.5 × 4.5	30
7	65.4	97	99.3	0.74	4.2 × 5.2	66.1	89	99.5	0.92	4.7 × 5.4	100
8	76.2	35	73.9	0.75	5.5 × 6.2	71.4	33	64.5	0.88	6.2 × 6.3	35
9	69.2	132	97.2	0.81	4.4 × 5.5	68.5	138	97.9	0.83	4.4 × 5.5	70
10	66.9	148	97.4	0.89	4.4 × 5.9	67.3	152	98.3	0.76	4.2 × 5.1	100
11	70.0	121	96.9	0.92	4.4 × 5.9	69.6	164	96.7	0.73	4.4 × 5.2	100
12	65.6	111	65.6	0.89	4.4 × 6.8	67.6	95	98.3	0.91	4.4 × 5.7	100
13	65.6	96	101.0	0.77	4.1 × 5.0	65.3	83	96.9	0.72	5.5 × 6.8	80
14	67.0	115	96.1	0.81	3.5 × 5.2	69.2	83	83.4	0.82	4.8 × 5.7	70
15	---	---	---	---	---	88.8	185	100.0	0.97	4.5 × 6.0	100
16	---	---	---	---	---	69.1	73	92.7	0.79	4.4 × 6.7	70
17	---	---	---	---	---	73.1	135	103.5	0.77	4.7 × 5.7	100
18	61.1	86	96.9	0.86	4.4 × 5.4	65.3	85	103.1	0.83	4.3 × 5.5	100
19	56.5	34	94.9	0.81	4.9 × 5.8	57.8	52	117.6	0.86	5.0 × 4.7	20
20	53.9	36	93.4	0.82	4.5 × 5.5	51.0	28	92.0	0.76	4.5 × 5.5	15
21	58.9	26	29.0	0.76	4.3 (diam.)	59.2	25	31.8	0.63	4.2 (diam.)	30

Table 6. Bone marrow dose

Site of Radiography	Integral Bone Marrow Dose (g-rad)			
	Adult (≥15years old)		Children (3-7years old)	
	Male	Female	Male	Female
1. Skull, Cervical Spine, Maxilla, Mandibula	17.8	17.5	11.4	0.35
2. Shoulder, Arm, Hand	1.3	1.5	0.24	0.21
3. Thorax (Ribs, Sternum, Clavicle)	19.8	17.6	0.24	0.46
4. Chest (Lung, Heart, Apex, Bronchus)	3.3	3.4	0.35	0.52
5. Esophagus, Stomach, Duodenum	40.4	48.2	4.3	5.3
6. Gall-bladder	21.4	19.2	—	—
7. Abdomen	7.0	8.1	0.50	0.45
8. Small Intestine, Colon (Barium enema)	8.1	7.1	0.16	0.95
9. Dorsal Spine	28.6	23.4	1.7	1.8
10. Lumbar Spine	10.3	12.3	1.1	1.9
11. Lumbosacral Region	11.2	11.1	3.6	3.2
12. Pelvis, Hip	6.9	6.9	0.43	0.25
13. Urography (Descending/ Intravenous Pyelography)	11.2	12.2	0.75	0.80
14. Bladder, Urethra	9.3	11.7	—	—
15. Pelvimetry	—	43.5	—	—
16. Hysterosalpingography	—	43.7	—	—
17. Obstetrical Abdomen	—	115.1	—	—
18. Hip Joint, Head and Upper Part of Femur	20.3	18.0	2.10	3.60
19. Lower 2/3 of Femur	3.4	3.8	0.51	0.52
20. Lower leg and Foot	0.4	1.3	0.10	0.10
21. Dental	4.6	4.2	0.13	0.12

Table 7.  $\sum_{j,k} N_{jk}d_{jk}$  (mega-rad)

Site of Radiography	$\sum_k N_{jk}d_{jk}$		Site of Radiography	$\sum_k N_{jk}d_{jk}$	
	Male	Female		Male	Female
1	15.4	9.0	12	0.8	0.7
2	1.8	0.7	13	3.5	2.7
3	6.2	1.9	14	1.1	0.3
4	26.7	16.6	15	—	0.6
5	120.4	86.1	16	—	3.5
6	7.3	5.5	17	—	11.2
7	0.7	0.8	18	3.9	1.6
8	1.8	1.4	19	0.4	0.1
9	6.4	4.9	20	0.7	0.9
10	6.8	3.8	21	0.6	0.3
11	3.6	1.6	Total	207.9	154.0

$$D_m = \frac{207.9 \times 10^6}{95.2 \times 10^6} = 2.17 \text{ g-rad/year,}$$

$$D_f = \frac{154.0 \times 10^6}{95.2 \times 10^6} = 1.62 \text{ g-rad/year,}$$

$$D = D_m + D_f = 3.79 \text{ g-rad/year}$$

Table 8.  $\sum_{j,k} N_{jk}L_{jk}d_{jk}$  (mega-rad)

Site of Radiography	$\sum_k N_{jk}L_{jk}d_{jk}$		Site of Radiography	$\sum_k N_{jk}L_{jk}d_{jk}$	
	Male	Female		Male	Female
1	13.8	8.3	12	0.7	0.7
2	1.7	0.6	13	3.0	2.5
3	5.3	1.7	14	0.9	0.3
4	23.8	15.0	15	—	0.6
5	104.1	75.5	16	—	3.5
6	6.3	4.9	17	—	10.9
7	0.6	0.7	18	3.2	1.6
8	1.5	1.3	19	0.3	0.1
9	5.2	4.5	20	0.6	0.8
10	6.2	3.4	21	0.6	0.3
11	3.2	1.5	Total	184.0	139.4

$$D_{s,m} = \frac{184.0 \times 10^6}{95.2 \times 10^6} = 1.93 \text{ g-rad/year,}$$

$$D_{s,f} = \frac{139.4 \times 10^6}{95.2 \times 10^6} = 1.46 \text{ g-rad/year,}$$

$$D_s = D_{s,m} + D_{s,f} = 3.40 \text{ g-rad/year}$$

よつているが、これを現在の条件で求めた場合とのようになるか調べてみるため、管電圧、フィルターと F.F.D. を前と同じにし、フィルムと増感紙を最近のものにした時に必要な mAs を求めてみた(第5—2表12列)。この値を使つて1人当りの骨髄積分線量と有意積分線量を求めると、それぞれ 2.8 g-rad/y と 2.5 g-rad/y になる。35年度の mAs と比較して最近の値が撮影部位によつて必ずしも減少していないのはフィルム感度が上昇したのにひきかえ写真の鮮鋭度を上げるため微粒子の増感紙の使用およびブレンドの使用が多くなつたためと思われる。

2) 35年度と38年度の医療用X線フィルム使用量はそれぞれ 2,179,145m<sup>2</sup> と 3,285,921m<sup>2</sup> となっているので1)の38年度の線量にこの比を掛けると、骨髄積分線量は 4.2 g-rad/y、骨髄有意積分線量は 3.8 g-rad/y となる。

3) 放線線治療による骨髄積分線量および骨髄有意積分線量は文部省の班研究の結果によると、それぞれ 343 g-rad/y と 120 g-rad/y となつており、これから撮影による線量の寄与を求めるとそれぞれ 1.1% と 2.8% となる。こゝで骨髄有意積分線量での寄与が大きくなつているのは治療の場合、余命の少ない患者に多く照射しているためである。

4) 子供の直接撮影による骨髄積分線量ならびに有意積分線量は成人に比して非常に少なく、それぞれ 0.4% と 1.6% であつた。

5) 宮川班の表示方法にしたがい、骨髄線量の評価方法として積分線量を用いてきたが、この方法で示す場合は active bone marrow の量の測定方法の差によつて線量に差が出るし、また全身に1 R あつたときの白血球発生に対する寄与は 1.5~5 倍も成人の方が大きいということとなる。これらの点をおぎなうために、線量評価の一方法として active bone marrow 1 g 当りの吸収線量で示すのも一つの参考となると思われるので、次の如き計算方法による吸収線量を求めてみた。

$$\text{骨髄線量 ; } D' = \frac{\sum_{jk} \frac{N_{jk} d_{jk}}{W_{jk}}}{\sum_k N_k}$$

$$\text{骨髄有意線量 ; } D'_s = \frac{\sum_{jk} \frac{N_{jk} d_{jk} L_{jk}}{W_{jk}}}{\sum_k N_k}$$

たゞし  $W_{jk}$  は照射をうけた患者の active bone marrow の全量である。

この結果、骨髄線量は男で 2.85 m rad、女で 2.13 m rad、合計 4.98 m rad となり、また骨髄有意線量は男で 2.54 m rad、女で 1.93 m rad、合計 4.47 m rad となつた。

6) 以上の結果から予想するに、①間接撮影によるこれらの値は直接撮影によるものより大きくなると思われる。②透視による寄与は相当大きいことが予想され場合によつては一桁高い値が考えられる。従つて①、②については更に慎重に計算する必要があるので目下実験をすすめている。

(本研究の一部は放射能調査費によつた。尚本実験に協力された小野綾子助手に感謝する。)

#### 参考文献

- 1) J.H. Folley, W. Borges, and T. Yamawaki: Incidence of Leukemia in Survivors of the Atomic Bomb in Hiroshima and Nagasaki, Japan, ABCC Technical Report 30—59.
- 2) W.M. Court-Brown, and Doll, R.: The Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiations, 1956.
- 3) 宮川正, 他: 骨髄および骨に対する電離放射線の個人的ならびに集団的影響(所謂骨髄線量)に関する研究, 36年度(文部省科学研究費による)研究報告集録〔放射線影響編〕, 67—75 (1962).
- 4) 荒居竜雄: 硝子細桿線量計による線量測定, 日本医学放射線学会雑誌, 23, 753—772 (1963).
- 5) 宮川正, 他: 診療用電離放射線による国民線量について, 38年度(文部省科学研究費による)研究報告集録〔放射線影響編〕, 53—57 (1964).
- 6) R.E. Ellis: The Distribution of Active Bone Marrow in the Adult, Phys. Med. Biol. 5, 255—258 (1960).
- 7) Report of the International Commission on Radiological Units and Measurements (ICRU) 1959, N.B.S. Handbook 78, 1961.
- 8) M. Hashimoto, T. Yumoto, T. Hamada, H. Yoshinaga and S. Antoku: On the Thickness of each Trabecula and Intertrabecular Spaces in the Human Sternum, Vertebrae Ilium and Ribs, Kyushu J. Med. Sci. (1962), Vol. 13, 267—272.
- 9) 栗冠正利: 第2回日本医学放射線学会物理専門部会記事, 日本医学放射線学会雑誌, Vol. 22, 82—86 (1962).
- 10) 宮川正, 他: 医学診療用放射線による遺伝有意線量に関する研究, 日本医学放射線学会, Vol. 21, 565—616 (1961).
- 11) 第10回日本医学放射線学会物理専門部会.