

Title	放射性医薬品による国民線量の推定 第二報 遺伝有意線量および白血病有意線量
Author(s)	橋詰, 雅; 丸山, 隆司; 山口, 寛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1979, 39(7), p. 747-760
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20597
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

放射性医薬品による国民線量の推定

第二報 遺伝有意線量および白血病有意線量

放射線医学総合研究所 物理研究部

橋詰 雅 丸山 隆司 山口 寛

臨床研究部

館 野 之 男

杏林大学医学部放射線医学教室

西 沢 かな 枝

(昭和54年1月29日受付)

(昭和54年2月22日最終原稿受付)

Estimation of Population Doses from Medical Uses of
Radiopharmaceuticals in Japan, 19772. Estimation of Genetically Significant Dose, per Caput
Mean Bone Marrow Dose and Leukemia Significant DoseTadashi Hashizume, Takashi Maruyama, Hiroshi Yamaguchi,
Kanae Nishizawa* and Yukio Tateno**Division of Physics and Clinical Research**, National Institute of Radiological Sciences,
9-1, 4-chome Anagawa, Chiba 260, Japan Department of Radiology*, School of
Medicine, Kyorin University, Shinkawa 6-20-2, Mitaka, Tokyo 181, Japan

Research Code No.: 302

Key Words: Population dose, Dose calculation, Nuclear medicine,
Radiopharmaceuticals, MIRD

Population doses from diagnostic and therapeutic uses of radiopharmaceuticals have been estimated on the basis of a nation wide survey data on the number of investigations and treatments used radiopharmaceuticals in the nuclear medicine and the annual amount of their activities. The gonad and marrow doses were calculated from published biokinetics data from humans, employing the MIRD method.

The resultant annual genetically significant dose from diagnostic and therapeutic uses of radiopharmaceuticals was 0.36 and 0.02 mrad (3.6 and 0.2 μ Gy) per person, respectively, with a total 0.38 mrad (3.8 μ Gy) per person. The annual per Caput mean bone marrow dose was 2.3 mrad (23 μ Gy) for diagnosis and 0.2 mrad (2 μ Gy), for therapy. The resultant annual leukemia significant dose was 1.8 mrad (18 μ Gy) per person for diagnostic uses and 0.2 mrad (2 μ Gy) per person for therapeutic use, with a total of 2.0 mrad (20 μ Gy) per person. These population doses by sex and age of patients, and by type of radiopharmaceuticals were tabulated in article.

1. 緒 言

1977年の1年間に日本全国で行われた放射性医薬品による核医学診断件数は男性で約28万件、女性で約26万件的総計約54万件であった¹⁾。放射性核種別にみると、^{99m}Tc が約28万件、¹³¹I や ¹²⁵I が約14万件的診断に用いられており、Tc と I の両者が全体の約80%を占めていた。総投与量は68.4TBq (1848Ci) で、その90%は ^{99m}Tc であった¹⁾。1971年の調査では、診断件数は17万件で、総投与量は約6.80TBq (183Ci) であった²⁾。1971年からの6年間に診断件数では3倍、投与量では10倍も増加したことになる。放射性医薬品の治療への利用についても調査を行ったが、¹³¹I による甲状腺の治療が年間5,607件であった¹⁾。¹⁹⁸Au を用いた治療は月間で3件だけであり、その件数は無視し得ると考えられる。

このように、放射性医薬品による核医学診断は年々盛んになっており、しかもそれらが悪性でない病気の診断に使用されている点でもX線診断と共に医療被曝の中で重要な部分を占める。放射性医薬品からの内部被曝線量の計算には、MIRD法が適用できる。最近、放医研で日本人の体位や臓器質量を考慮した、MIRD補正法が開発された³⁾⁻⁵⁾。本研究はこの方法を用いて生殖腺および骨髄線量を計算し、その結果を用いて放射性医薬品からの遺伝有意線量ならびに一人あたりの平均骨髄線量を推定するものである。

2. 線量計算

放射性医薬品による臓器・組織への吸収線量は投与量、放射性核種の物理データ、放射性を医薬品の化学形、患者の生物データおよび放射性医薬品の生物カイネテックスに依存する。ある放射性医薬品を投与した後、時間 t における線源臓器中の放射能 $A_s(t)$ は指数関数モデルにより次式で表わされる。

$$A_s(t) = A_0 F_s \sum_{i=1}^n Q_{s,i} e^{-\frac{\lambda_i}{T_{s,i}} t} \quad (1)$$

ここで、

A_0 : 投与量 (mCi 又は μ Ci)

F_s : 線源臓器 S に関する放射性医薬品の分布係

数で、通常、投与時の投与量に対する S 内の放射能の比で与えられている。

$Q_{s,i}$: 指数関数での $t=0$ における i 番目の成分の F_s に占める割合。

$T_{s,i}$: 臓器 S についての i 番目の成分の実効半減期

n : 指数関数の成分の数

線源臓器 S 中での累積放射能 \bar{A}_s (μ Ci-h) は次式で与えられる。

$$\bar{A}_s = \int_0^{\infty} A_s(t) dt \quad (2)$$

投与量に対する累積放射能の比、 \bar{A}_s/A_0 は (1) および (2) 式から

$$\frac{\bar{A}_s}{A_0} = 1.44 F_s \sum_{i=1}^n Q_{s,i} T_{s,i} \quad (3)$$

となる。A. Kaul ら⁶⁾ は主要な放射性医薬品について Table 1 に示す \bar{A}_s/A_0 の値を与えている。

彼らのデータにない ²⁰¹Tl については、P.A. Feller と V.J. Sodd⁷⁾ が推定した値を用い、¹⁶⁹Yb では DTPA について F.H. DeLand⁸⁾ と R.E. Johnston ら⁹⁾ のデータを用いた。

MIRD 法による線量計算では、標的臓器 T および線源臓器 S に存在する放射能から標的臓器 T の受ける吸収線量 D_T (rad) は次式で与えられる。

$$D_T = \bar{A}_T S(T \leftarrow T) + \sum_{S \neq T} \bar{A}_S S(T \leftarrow S) \quad (4)$$

ここで、

$S(T \leftarrow T)$, $S(T \leftarrow S)$: それぞれ、標的臓器 T および、線源臓器 S の単位累積放射能あたり標的臓器 T の受ける吸収線量 (rad/ μ Ci-h) \bar{A}_T , \bar{A}_S : それぞれ標的臓器 T および線源臓器 S 中の累積放射能 (μ Ci-h)。

標的臓器および線源臓器の他の身体の部分 RB にも放射能がある場合には、次式により $S(T \leftarrow RB)$ を求め、これに RB 中の累積放射能 \bar{A}_{RB} を乗じて求めた RB からの T への線量 D_{RB} を (4) 式に加算する¹⁰⁾。

$$S(T \leftarrow RB) = \frac{m_{TB}}{m_{TB}} \left[S(T \leftarrow TB) - \sum_S \frac{m_S}{m_{TB}} S(T \leftarrow S) \right] \quad (5)$$

ここで、

m_S : 線源臓器 S の質量 (g)

Table 1 Biokinetic data for the most frequently used radiopharmaceuticals

Radiopharmaceuticals	Organ	Relative cumulated activity A_S/A_0 (hr)	Radiopharmaceuticals	Organ	Relative cumulated activity A_S/A_0 (hr)				
^{99m} Tc	Tc-1 Pertechnetate	Thyroid	0.145	⁷⁶ Se	L-selenomethionine	Pancreas	1.46		
		Stomach	0.353			Liver	188		
		Total body	3.23			Lungs	40.8		
		Remaining body	2.80			Spleen	12.4		
	Tc-2 Albumin (hSA)	Total body	7.37			Renal cortex	26.3		
		Tc-3 Sn-colloid, Phytate	Liver			7.36	Renal medulla	8.22	
	Spleen		0.606			Ovaries	0.285		
	Red bone marrow		0.433			Thyroid	1.23		
	Total body		8.66			Testes	1.28		
	Tc-4 DTPA	Remaining body	4.33			Total body	1650 =		
		Tc-5 Poly, Pyrophosphate	Kidneys	0.433	Remaining body	1370			
	Total body		3.23	⁶⁷ Ga	Ga-1 Citrate	Bone	11.5		
	Remaining body		2.80			Red bone marrow	4.77		
	Tc-6 MAA	Bone	4.33			Liver	4.51		
Total body		8.66	Spleen			0.627			
Remaining body		4.33	Kidneys			0.680			
Tc-7 Glucoheptonate	Lungs	4.02	Faeces			7.95			
	Liver	0.564	Total body			88.4			
	Total body	6.84	Remaining body			58.4			
¹³¹ I	I-1 NaI	Kidneys	4.33			¹⁹⁷ Hg	Hg-1 Chlormerodrin	Renal cortex	14.0
		Total body	8.66					Renal medulla	0.53
		Remaining body	4.33	Liver	13.2				
	I-3 Albumin(hSA)	Lungs	4.02	Skeleton	3.61				
		Liver	0.564	Skeletal muscle	2.71				
		Total body	6.84	Ovaries	0.00081				
	I-4 Hippuran	Remaining body	2.26	Testes	0.0036				
		I-7 MAA	Kidneys	1.59	Total body			35.5	
			Total body	3.75	Remaining body			1.45	
	Remaining body		2.16	²⁰³ Hg	Hg-2 Chlormerodrin			Renal cortex	80.0
¹²⁵ I	I-8 NaI	Thyroid	97.2			Renal medulla	4.47		
		Total body	114			Liver	112		
		Remaining body	16.8			Skeleton	38.6		
¹⁹⁸ Au	Colloid	I-3 Albumin(hSA)	Total body			172	Skeletal muscle	20.1	
			I-4 Hippuran			Kidneys	0.157	Ovaries	0.0087
						Total body	0.90	Testes	0.039
		Remaining body				0.743	Total body	287	
		I-7 MAA	Lungs			13.6	Remaining body	31.8	
			Liver			4.06	⁵⁹ Fe	Fe-1 Iron (II) chloride	Spleen
Thyroid	21.7		Liver	274					
Total body	78.7	Kidneys	36.1						
Remaining body	56.9	Total body	1250						
¹²⁵ I	I-8 NaI	Thyroid	5.06	Remaining body	894				
		Total body	11.0	⁵¹ Cr-1	Chromate	Total body			734
		Remaining body	5.94						
¹⁹⁸ Au	Colloid	Liver	83.8						
		Spleen	2.79						
		Red bone marrow	6.52						
		Total body	93.1						
		Remaining body	0						

m_{TB} : 体重 (g)

$$m_{RB} : m_{TB} - \sum S m_S$$

$S(T \leftarrow T)$, および $S(T \leftarrow S)$ については, 山口ら¹¹⁾が別報に報告するのでここでは省略するが, 結果の一例として Table 2に ^{99m}Tc で成人に対する値を示す. S の計算には, 田中ら¹²⁾が日本

人について得た値を使っている.

骨髄線量の計算にはおのおのの部位にある赤色髄の重量分布のデータが必要である. これについては従来, 医療被曝の線量推定に使用してきた橋本らのデータ¹³⁾¹⁴⁾に基づき, MIRD ファントムの骨模型¹⁵⁾に従い Table 3に示すように決め

Table 2 S. absorbed dose per unit cumulated activity. (rad/ μ Ci-H)
technetium 99m physical half-life 0.6030E 01 hours

(Age 20.0)

Target organ	Source organ						
	Ovaries	Pancreas	Spleen	Testes	Thyroid	Brain	Totlbody
Adrenals	0.422 E-06	0.101 E-04	0.714 E-05	0.475 E-07	0.174 E-06	0.352 E-07	0.278 E-05
Bladder	0.811 E-05	0.193 E-06	0.160 E-06	0.543 E-05	0.461 E-08	0.464 E-09	0.273 E-05
Stomach	0.942 E-06	0.197 E-04	0.111 E-04	0.472 E-07	0.617 E-07	0.152 E-07	0.271 E-05
Si	0.133 E-04	0.217 E-05	0.170 E-05	0.464 E-06	0.115 E-07	0.204 E-08	0.304 E-05
UL I wall	0.121 E-04	0.254 E-05	0.166 E-05	0.405 E-06	0.140 E-07	0.410 E-08	0.290 E-05
LL I wall	0.158 E-04	0.701 E-06	0.763 E-06	0.318 E-05	0.900 E-08	0.107 E-08	0.273 E-05
Kidneys	0.113 E-05	0.740 E-05	0.101 E-04	0.603 E-07	0.499 E-07	0.128 E-07	0.265 E-05
Liver	0.682 E-06	0.505 E-05	0.120 E-05	0.467 E-07	0.131 E-06	0.233 E-07	0.264 E-05
Lungs	0.855 E-07	0.297 E-05	0.263 E-05	0.988 E-08	0.114 E-05	0.873 E-07	0.238 E-05
Ovaries	0.660 E-02	0.489 E-06	0.513 E-06	0.319 E-04	0.751 E-08	0.110 E-08	0.288 E-05
Pancreas	0.628 E-06	0.427 E-03	0.206 E-04	0.801 E-07	0.101 E-06	0.229 E-07	0.299 E-05
Spleen	0.620 E-06	0.212 E-04	0.438 E-03	0.262 E-07	0.146 E-06	0.232 E-07	0.270 E-05
Testes	0.319 E-04	0.794 E-07	0.700 E-07	0.137 E-02	0.822 E-09	0.103 E-09	0.203 E-05
Thymus	0.389 E-07	0.758 E-06	0.382 E-06	0.412 E-08	0.484 E-05	0.652 E-06	0.285 E-05
Thyroid	0.759 E-08	0.164 E-06	0.122 E-06	0.832 E-09	0.256 E-02	0.238 E-05	0.189 E-05
Uterus	0.231 E-04	0.676 E-06	0.511 E-06	0.319 E-04	0.724 E-08	0.455 E-09	0.318 E-05
Breast	0.126 E-06	0.203 E-05	0.160 E-07	0.129 E-07	0.470 E-06	0.105 E-06	0.151 E-05
Skull	0.189 E-08	0.382 E-07	0.333 E-07	0.184 E-09	0.425 E-05	0.378 E-04	0.145 E-05
Ribs	0.203 E-06	0.362 E-05	0.426 E-05	0.137 E-07	0.150 E-05	0.197 E-06	0.258 E-05
Spine	0.124 E-05	0.734 E-05	0.337 E-05	0.112 E-06	0.189 E-05	0.910 E-06	0.340 E-05
Pelvis	0.136 E-04	0.974 E-06	0.896 E-06	0.329 E-05	0.144 E-07	0.128 E-08	0.355 E-05
Arms	0.132 E-05	0.105 E-05	0.185 E-05	0.515 E-06	0.449 E-06	0.124 E-06	0.340 E-05
Legs	0.304 E-06	0.175 E-07	0.159 E-07	0.230 E-05	0.146 E-09	0.191 E-10	0.340 E-05

Target organ	Source organ							
	Bladder	Stomach	SI	UL I wall	LL I wall	Kidneys	Liver	Lungs
Adrenals	0.213 E-06	0.307 E-05	0.127 E-05	0.112 E-05	0.411 E-06	0.118 E-04	0.519 E-05	0.304 E-05
Bladder	0.206 E-03	0.335 E-06	0.302 E-05	0.258 E-05	0.964 E-05	0.372 E-06	0.210 E-06	0.529 E-07
Stomach	0.357 E-06	0.158 E-03	0.422 E-05	0.429 E-05	0.144 E-05	0.408 E-05	0.220 E-05	0.217 E-05
SI	0.346 E-05	0.310 E-05	0.843 E-04	0.183 E-04	0.668 E-05	0.333 E-05	0.195 E-05	0.250 E-06
UL I wall	0.227 E-05	0.407 E-05	0.249 E-04	0.160 E-03	0.329 E-05	0.334 E-05	0.292 E-05	0.294 E-06
LL I wall	0.826 E-05	0.146 E-05	0.802 E-05	0.362 E-05	0.255 E-03	0.904 E-06	0.302 E-06	0.986 E-07
Kidneys	0.346 E-06	0.401 E-05	0.365 E-05	0.314 E-05	0.711 E-06	0.213 E-03	0.441 E-05	0.104 E-05
Liver	0.232 E-06	0.236 E-05	0.217 E-05	0.299 E-05	0.262 E-06	0.441 E-05	0.528 E-04	0.285 E-05
Lungs	0.362 E-07	0.204 E-05	0.296 E-06	0.343 E-06	0.677 E-07	0.104 E-05	0.291 E-05	0.574 E-04
Ovaries	0.832 E-05	0.608 E-06	0.119 E-04	0.128 E-04	0.160 E-04	0.138 E-05	0.576 E-06	0.132 E-06
Pancreas	0.310 E-06	0.199 E-04	0.241 E-05	0.276 E-05	0.640 E-06	0.738 E-05	0.472 E-05	0.300 E-05
Spleen	0.160 E-06	0.112 E-04	0.182 E-05	0.172 E-05	0.577 E-06	0.959 E-05	0.112 E-05	0.267 E-05
Testes	0.526 E-05	0.741 E-07	0.407 E-06	0.358 E-06	0.270 E-05	0.125 E-06	0.902 E-07	0.124 E-07
Thymus	0.170 E-07	0.339 E-06	0.116 E-06	0.142 E-06	0.349 E-07	0.265 E-06	0.789 E-06	0.487 E-05
Thyroid	0.337 E-08	0.123 E-06	0.245 E-07	0.253 E-07	0.696 E-08	0.823 E-07	0.199 E-06	0.110 E-05
Uterus	0.174 E-04	0.961 E-06	0.106 E-04	0.579 E-05	0.773 E-05	0.117 E-05	0.494 E-06	0.115 E-06
Breast	0.705 E-08	0.121 E-05	0.313 E-06	0.357 E-06	0.104 E-06	0.108 E-05	0.144 E-07	0.709 E-05
Skull	0.758 E-09	0.267 E-07	0.516 E-08	0.690 E-08	0.177 E-08	0.213 E-07	0.390 E-07	0.105 E-05
Ribs	0.757 E-07	0.319 E-05	0.610 E-06	0.726 E-06	0.163 E-06	0.252 E-05	0.424 E-05	0.553 E-05
Spine	0.412 E-06	0.293 E-05	0.323 E-05	0.198 E-05	0.556 E-06	0.783 E-05	0.317 E-05	0.440 E-05
Pelvis	0.593 E-05	0.122 E-05	0.866 E-05	0.534 E-05	0.848 E-05	0.209 E-05	0.943 E-06	0.162 E-06
Arms	0.822 E-06	0.158 E-05	0.115 E-05	0.108 E-05	0.251 E-05	0.117 E-05	0.165 E-05	0.186 E-05
Legs	0.736 E-06	0.214 E-07	0.136 E-06	0.861 E-07	0.649 E-06	0.282 E-07	0.136 E-07	0.313 E-08

Tabel 3 Bone marrow distribution for Japanese

Part	Bone marrow weight (g)	
	Adult	Child (3-7years old)
Skull	57.4	22.8
Ribs	147.4	58.9
Spine	274.9	109.9
Pelvis	170.2	68.1
Arms	28.0	16.5
Legs	87.0	52.2

た。

子供については赤色髄の全重量が体重に比例すると仮定した。3～7歳児についてもTable 3に示した。Sの値はTable 2に示すように、6つの骨について求められているので、各部位の骨のSに、Table 3の該当する赤色髄の重量を乗じ、これを赤色髄の全量で除して骨髄のSを計算した。

Table 4に式(4)および(5)を用いて計算した投与量1 μ Ciあたりの生殖腺および骨髄の線量を表す。¹³¹IでローズベンガルとBSPについて

Table 4 The absorbed doses (mrad/ μ Ci ; μ Gy/3.7kBq) in gonads and bone marrow for the most frequently used radiopharmaceuticals

Radiopharmaceuticals			Total annual amount (mCi)	Absorbed dose (mrad/ μ Ci ; μ Gy/3.7kBq)		
				Ovaries	Testes	Bone marrow
^{99m} Tc	Tc-1	Pertechnetate	628130	0.020	0.0144	0.020
	Tc-2	Albumin (hSA)	50661	0.030	0.022	0.030
	Tc-3	Sn-colloid, Phytate	422604	0.0066	0.0021	0.020
	Tc-4	DTPA	75457	0.0095	0.0063	0.0113
	Tc-5	Poly, pyrophosphate	439430	0.0156	0.0120	0.042
	Tc-6	MAA	42219	0.0072	0.0050	0.018
	Tc-7	Glucuheptonate	36603	0.0083	0.0050	0.0144
¹³¹ I	I-1	NaI	6203	0.22	0.20	0.49
	I-2	NCI-6- ¹³¹ I(adosterol)	2044	2.3	2.0	2.3
	I-3	Albumin (hSA)	729	2.4	2.3	2.3
	I-4	Hippuran	3090	0.0090	0.0082	0.0093
	I-5	Rose bengal	189	1.9	0.17	0.38
	I-6	BSP	438	1.9	0.17	0.38
	I-7	MAA	855	0.53	0.47	0.60
¹²⁵ I	I-8	NaI	586	0.025	0.018	0.040
⁵⁷ Co	Co-1	Cyanocobalamin	92	1.92	1.32	20
²⁰¹ Tl	Tl-1	Tl-chloride	15036	0.42	0.30	0.48
¹⁶⁹ Yb	Yb-1	DTPA	2196	0.54	0.45	0.81
¹⁹⁸ Au	Au-1	Colloid	17060	0.17	0.042	3.24
⁷⁵ Se	Se-1	Selenomethyonine	8989	11.8	10.3	11.6
¹³¹ Cs	Cs-1	Others	66	—	—	—
⁶⁷ Ga	Ga-1	Ga-citric acid	58920	0.34	0.29	0.70
¹⁹⁷ Hg	Hg-1	Chlormerodorin	339	0.48	0.034	0.13
²⁰³ Hg	Hg-2	Chlormerodorin	975	0.92	0.62	1.92
¹³³ Xe	Xe-1	gass	2765	0.0003	0.0003	0.0003
	Xe-2	Xenon-133 in saline	20811	0.0015	0.0015	0.0015
¹¹¹ In	In-1	DTPA	2768	0.020	0.014	0.022
^{81m} Kr	Kr-1	Gass or liquid	7389	—	—	—
⁵⁹ Fe	Fe-1	Fe-chloride or citric acid	7	22	19	20
⁵¹ Cr	Cr-1	Sodium chromate	148	0.52	0.43	0.52
⁸¹ Rb	Rb-1	Rb-chloride	134	—	—	—
³² P	P-1	³² P-DFP	4	—	—	—

Table 5 Average gonad and bone marrow doses (mrad) per investigation

Radiopharmaceuticals	Administered activity*		Gonad dose		Bone marrow dose	
	Female (mCi)	Male	Female mrad	Male mrad	Female mrad	Male mrad
Tc-1	9.3	11.1	186	160	186	220
Tc-2	11.4	10.9	340	240	340	330
Tc-3	2.8	2.8	18.5	5.9	56	56
Tc-4	11.6	13.6	110	86	131	154
Tc-5	11.9	12.1	186	145	500	508
Tc-6	2.9	2.9	21	14.5	52	52
Tc-7	3.4	3.8	28	19.0	49	55
I-1	0.09	0.09	19.8	18.0	44	44
I-2	0.88	0.88	2000	1760	2000	2000
I-3	0.08	0.10	192	230	184	230
I-4	0.05	0.06	0.45	0.49	0.47	0.56
I-5	0.17	0.17	320	29	65	65
I-6	0.27	0.24	510	41	103	91
I-7	0.60	0.27	320	127	360	162
I-8	0.12	0.12	3.0	2.2	4.8	4.8
Tl-1	1.88	2.16	790	648	900	1040
Yb-1	0.88	0.83	480	370	710	670
Au-1	0.75	0.32	128	13.4	2400	1040
Se-1	0.63	0.25	6500	2600	7300	2900
Ga-1	2.00	1.95	680	566	1400	1370
Hg-1	0.19	0.21	91	7.1	25	27
Hg-2	0.17	0.20	156	124	330	380
Xe-1	7.41	5.62	2.2	1.69	2.2	1.69
Xe-2	9.62	11.7	14.4	17.6	14.4	17.6
In-1	2.88	1.29	58	18.1	63	28

* This value was obtained from a radiopharmaceuticals survey in Japan. (Ref. 1)

は、生物カイネテックが同一であると仮定し、Kaul らが計算した線量⁶⁾から、MIRD 標準人の S に対する日本人の S との比が平均で約1.2であることを考慮して線量を推定した。また、¹³¹I アドステロールはアルブミンと同じと仮定した。

¹³⁵Xe については Kaul らが生殖腺線量を計算している⁶⁾ので、その値を用いて推定した値を第4表に示してある。^{81m}Kr は、物理的半減期も短く、投与量の全量も少いため、ここでは無視した。

前報で推定した放射性医薬品による検査1件あたりの投与量¹⁾から受ける生殖腺および骨髄線量を、成人について Table 5に示す。

3. 国民線量の推定

放射性医薬品による検査から受ける国民1人あたりの遺伝有意線量 (GSD)、平均骨髄線量 (CMD) および白血病有意線量 (LSD) を次式から計算した。

$$GSD = \frac{\sum_k \sum_j (A_{jk}^{(F)} W_{jk}^{(F)} d_{jk}^{(F)} + A_{jk}^{(M)} W_{jk}^{(M)} d_{jk}^{(M)})}{\sum_k (N_k^{(F)} W_k^{(F)} + N_k^{(M)} W_k^{(M)})} \quad (6)$$

$$CMD = \frac{\sum_k \sum_j (A_{jk}^{(F)} m d_{jk}^{(F)} + A_{jk}^{(M)} m d_{jk}^{(M)})}{\sum_k (N_k^{(F)} + N_k^{(M)})} \quad (7)$$

$$LSD = \frac{\sum_k \sum_j (A_{jk}^{(F)} m d_{jk}^{(F)} L_{jk}^{(F)} + A_{jk}^{(M)} m d_{jk}^{(M)} L_{jk}^{(M)})}{\sum_k (N_k^{(F)} + N_k^{(M)})} \quad (8)$$

ここで、

A_{jk} : k 年齢層の患者の核医学検査で用いられ

Table 6 The absorbed doses (mrad/ μ Ci ; 10 μ Gy/3.7kBq) in gonads and bone marrow of children of different ages for Tc-99m radiopharmaceuticals.

Radiopharmaceuticals	Ovaries				Testes				Bone marrow			
	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15
Tc-1 Pertechnetate	0.091	0.054	0.038	0.026	0.095	0.088	0.079	0.0168	0.068	0.045	0.030	0.021
Tc-2 Albumin	0.109	0.073	0.047	0.032	0.26	0.052	0.032	0.022	0.098	0.065	0.044	0.030
Tc-3 Sn-colloid, Phytate	0.047	0.021	0.0118	0.0067	0.0195	0.0079	0.0048	0.0021	0.102	0.051	0.030	0.020
Tc-4 DTPA	0.036	0.022	0.0144	0.0096	0.025	0.0154	0.0098	0.0064	0.039	0.025	0.0164	0.0114
Tc-5 Poly, Pyrophosphate	0.096	0.060	0.037	0.023	0.070	0.044	0.028	0.0184	0.138	0.091	0.061	0.042
Tc-6 MAA	0.046	0.026	0.0192	0.0120	0.055	0.052	0.046	0.0100	0.066	0.041	0.027	0.0183
Tc-7 Glucoheptonate	0.064	0.039	0.024	0.0161	0.041	0.025	0.0154	0.0100	0.075	0.042	0.030	0.0146

た j 番目の放射性医薬品の投与量 (μ Ci)

W_{jk} : j 番目の放射性医薬品による検査を受けた k 年齢層の患者の子供期待率.

W_k : k 年齢層の人の子供期待率.

d_{jk} : j 番目の放射性医薬品による検査を受けた k 年齢層の患者の生殖腺線量で、投与量1 μ Ci あたりの線量で与えられている (mrad).

md_{jk} : j 番目の放射性医薬品による検査を受けた k 年齢層の患者の骨髄線量で、投与量1 μ Ci あ

たりの線量で与えられている (mrad).

L_{jk} : j 番目の放射性医薬品による検査を受けた k 年齢層の患者の白血病有意率 (F) および (M) は、それぞれ、女性および男性を示す.

成人について、投与量1 μ Ci あたりの生殖腺線量および骨髄線量を Table 4 に示したが、子供についても同様のデータが必要である. 1歳, 5歳, 10歳および15歳の子供について、放射性医薬品の生物カイネテックスは成人と同一として、体格を

Table 7 Child expectancy and leukemia significant factor

age-group	Child expectancy (W)		Leukemia significant factor (L)	
	Female	Male	Female	Male
0 — 2	1.8523	2.025	0.98	0.98
3 — 7	1.8523	2.025	1.00	0.99
8 — 14	1.8523	2.025	1.00	0.99
15 — 19	1.8514	2.025	0.99	0.99
20 — 24	1.7584	2.020	0.99	0.99
25 — 29	0.9260	1.8431	0.99	0.98
30 — 34	0.2249	0.9647	0.98	0.97
35 — 39	0.0380	0.2751	0.98	0.96
40 — 44	0.00348	0.0571	0.97	0.94
45 — 49	0.000083	0.0128	0.95	0.91
50 — 54	—	0.00378	0.91	0.85
55 — 59	—	0.00134	0.87	0.78
60 — 64	—	0.00062	0.80	0.70
65 — 69	—	0.00038	0.70	0.58
70 — 74	—	0.00005	0.58	0.41
75 —	—	—	0.40	0.28

考慮したSの値を用いて、生殖腺線量および骨髄線量を計算した。結果の一例として、 ^{99m}Tc に対する子供の生殖腺線量および骨髄線量を Table 6 に示す。年齢が小さくなるにつれて $1\mu\text{Ci}$ あたりの線量が大きくなっている。これは年齢が若い程体格が小さくなり、X, γ 線の組織内の減弱が減少するためである。

核医学検査を受ける患者では悪性の病気の有無が不明であり、その子供期待率は正常人と変わらないと考えられる ($W_{jk}=W_k$)。昭和52年度の人口統計¹⁶⁾から計算した人口での子供期待率は Table 7 の如くであった。また、年々、平均寿命はわずかずつ延長しているが昭和50年度の平均寿命で計算した白血病有意率を Table 7 に示す。白血病有意率については、別報に報告している¹⁷⁾。

前報で示した放射性医薬品の性別、年齢別の年

間投与量を用いて、式 (6), (7) および (8) から求めた GSD, CMD および LSD の値を、それぞれ、Table 8, 9 および 10 に示す。年間投与量が全体の90%を占めて ^{99m}Tc については、放射性医薬品別に GSD および CMD を示した。

放射性医薬品の治療への使用は、 ^{131}I による甲状腺治療だけと推定されている¹⁾。しかし、治療では1回の投与量が核医学検査の約50倍である。検査の場合と同様に、治療からの GSD, CMD および LSD を計算した。甲状腺機能亢進症の患者では、Table 1 に示した正常人の場合とは生物カイネテックスが異なる。A. Kaul らのデータ⁹⁾を用いて計算した卵巣、精巣および骨髄の線量は投与量 $1\mu\text{Ci}$ あたり、それぞれ0.34, 0.29 および 0.81 mrad であった。これらの値を用いると ^{131}I による治療からの GSD, CMD および LSD はそれぞれ

Table 8-1 Genetically significant dose (μrad per person per year ; 10nGy per person per year) by age-group and radionuclide used for investigation

Female

Age-group Radionuclide	0—2	3—7	8—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	Total
Tc-1	0.71	2.44	6.71	4.24	3.18	2.89	0.71	0.14	0.01	0.0004	21.03
Tc-2	—	—	1.10	0.01	0.41	0.37	0.07	0.01	0.001	0.0000	1.97
Tc-3	0.70	0.13	0.15	0.13	1.00	0.95	0.25	0.06	0.01	0.0002	3.38
Tc-4	—	0.76	0.29	0.45	0.09	0.23	0.21	0.02	0.001	0.0000	2.05
Tc-5	0.77	2.00	2.75	2.59	4.37	3.10	0.66	0.28	0.03	0.001	16.55
Tc-6	0.21	0.10	0.07	0.04	0.26	0.31	0.05	0.01	0.001	0.0000	1.05
Tc-7	0.13	0.33	0.11	0.03	0.37	0.25	0.04	0.01	0.001	0.0000	1.27
Tc-99m	2.52	5.76	11.18	7.49	9.68	8.10	1.99	0.53	0.06	0.002	47.31
I-131 and 123	3.17	0.72	3.98	6.47	6.16	5.68	1.69	0.23	0.03	0.0005	28.11
Co-57	—	—	—	—	—	—	0.001	—	0.000	0.0000	0.001
Tl-201	—	1.39	—	0.68	1.07	9.85	0.31	0.03	0.006	0.0002	13.34
Yb-169	1.8	—	0.2	—	—	0.7	0.06	—	—	0.0000	2.8
Au-198	0.01	—	—	0.03	1.25	3.41	0.55	0.41	0.03	0.001	5.69
Se-75	6.10	2.99	2.70	8.05	17.91	14.40	5.84	1.27	0.20	0.005	59.47
Ga-67	0.33	2.22	2.21	0.43	9.67	4.99	0.77	0.37	0.04	0.001	21.03
Hg-197 and 203	0.12	—	0.03	—	0.90	0.53	0.10	0.03	0.002	0.0000	1.71
Xe-133 (Gas and saline)	—	—	—	—	0.01	0.01	—	—	0.000	0.0000	0.02
In-111	0.05	—	—	0.03	—	—	0.01	0.001	—	0.0000	0.09
Fe-59	—	—	—	—	—	0.16	0.02	—	0.000	—	0.18
Cr-51	—	—	—	—	—	0.04	0.02	—	0.000	—	0.06
Total	14.10	13.08	20.30	23.18	46.65	47.87	11.34	2.87	0.37	0.009	179.81

Table 8-2 Genetically significant dose (μrad per person per year ; 10nGy per person per year)
by age-group and radionuclide used for investigation

Male

Age group Radionuclide	0—2	3—7	8—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—59	60—69	70—	Total
Tc-1	4.02	7.16	14.34	2.64	4.02	3.38	2.05	1.00	0.25	0.06	0.03	0.005		38.96
Tc-2	—	0.53	—	0.95	0.36	0.23	0.27	0.16	0.04	0.005	0.003	0.000		2.55
Tc-3	0.17	0.18	0.06	0.05	0.17	0.29	0.19	0.08	0.03	0.008	0.003	0.000		1.23
Tc-4	0.10	0.91	0.18	0.24	0.08	0.59	0.09	0.03	0.01	0.005	0.0006	0.000		2.24
Tc-5	0.65	1.48	2.77	1.35	0.94	1.85	1.01	0.28	0.06	0.02	0.01	0.003		10.42
Tc-6	0.72	0.46	0.74	0.04	0.05	0.05	0.06	0.01	0.003	0.002	0.0007	0.000		2.14
Tc-7	0.08	0.15	0.26	0.11	0.006	0.19	0.02	0.02	0.003	0.001	0.0003	0.000		0.84
Tc-99m	5.74	10.87	18.35	5.36	5.64	6.58	3.71	1.58	0.40	0.10	0.05	0.01		58.38
I-131 and 123	4.67	1.65	2.12	0.18	6.80	3.29	0.61	0.49	0.14	0.002	0.01	0.003		19.97
Co-57	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
Tl-201	0.77	0.15	1.00	0.27	1.21	0.37	0.58	0.23	0.13	0.04	0.02	0.004		4.77
Yb-169	2.6	0.2	1.5	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	0.02	0.01	0.000	—		6.7
Au-198	0.006	—	0.01	0.008	0.06	0.11	0.07	0.05	0.01	0.004	0.003	—		0.28
Se-75	—	2.75	2.60	2.23	12.03	15.24	14.83	4.47	1.54	0.48	0.20	0.04		56.41
Ga-67	7.39	5.86	3.74	1.74	5.12	4.91	2.86	0.48	0.32	0.10	0.05	0.01		32.58
Hg-197 and 203	0.15	—	0.05	0.31	0.27	0.20	0.22	0.01	0.02	0.005	0.001	0.000		1.24
Xe-131 (Gas and saline)	—	—	—	0.08	—	0.01	0.001	0.004	0.00	0.0003	0.000	0.000		0.10
In-111	0.05	0.01	0.01	0.03	—	—	0.02	0.01	0.001	0.0002	0.000	0.000		0.13
Fe-59	—	—	0.04	—	—	—	0.24	0.02	0.01	—	—	0.000		0.31
Cr-51	—	—	—	—	—	0.04	—	0.03	0.001	0.001	0.000	0.000		0.07
Total	21.38	21.50	29.42	10.61	31.73	31.25	23.84	7.57	2.61	0.74	0.33	0.07		181.01

れ、18.3、192、および $173\mu\text{rad}$ per person per year であった。

4. 考 察

1) 生物カイネテックスについては、A. Kaulらがまとめたデータ⁶⁾やいくつかの文献^{7)~9)}を参考にした。日本人の臓器質量については、標準値がないため、田中らのデータ¹¹⁾を用いた。

人体内での放射性医薬品の挙動や臓器質量など内部被曝での線量計算の基礎データは、民族間、個人間で差異があるが、日本人としての標準値の設定が必要である。

2) 生殖腺および骨髄線量の計算結果を、成人について Table 4に示したが、これらの結果は国連科学委員会 (UNSCEAR) の報告書¹³⁾にある値ともよく一致している。²⁰¹Tl や ¹⁶⁹Yb など最近多用されている医薬品については、生物カイネテ

ックスのデータが乏しいこともあり、ここでの計算結果を他のデータと比較することはできなかった。

3) 性別、年齢別および核種別の GSD, CMD および LSD を Table 8~10に示したが、3つの国民線量とも性別には大きな差異はみとめられなかった。年齢別では、男女共20~29歳の年齢層の GSD が最も大きく、全体の GSD の34%を占めている。核種別では、^{99m}Tc、⁷⁵Se がそれぞれ全体の GSD の30%、33%を占めている。CMD では男性で50~59歳、女性で60~69歳の年齢層で、それぞれ全体の12%、14%を占めている。高年齢層では平均寿命が短くなるため、LSD は小さくなっている。

核種別では、高年齢層に用いられる ⁶⁷Ga や ¹⁹⁸Au が CMD や LSD に寄与しており、これ

Table 9-1 per Caput meanbone marrow dose (μ rad per person per year; 10 nGy per person per year) by age-group and radiopharmaceuticals Female

Age-group Radionuclide	0—2	3—7	8—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—59	60—69	70—79	80—	Total
Tc-1	0.27	1.03	2.70	1.74	1.71	2.95	2.99	3.55	3.61	4.98	9.26	7.71	4.39	0.81	47.70
Tc-2	—	—	0.52	0.004	0.22	0.38	0.31	0.20	0.40	0.57	0.81	1.33	0.88	—	5.62
Tc-3	0.77	0.15	0.19	0.19	0.54	0.97	1.04	1.58	2.20	2.80	7.36	6.86	3.76	0.46	28.87
Tc-4	—	0.44	0.17	0.27	0.05	0.23	0.19	0.41	0.47	0.19	0.46	0.20	0.38	0.14	3.60
Tc-5	0.56	1.55	2.31	2.41	2.34	3.15	2.76	6.92	8.96	10.32	22.70	15.58	9.18	0.63	89.37
Tc-6	0.15	0.08	0.05	0.03	0.14	0.32	0.23	0.27	0.25	0.20	0.37	0.52	0.22	0.01	2.84
Tc-7	0.07	0.18	0.07	0.01	0.20	0.25	0.18	0.22	0.20	0.09	0.33	0.28	0.14	0.04	2.26
Tc-99m	1.82	3.43	6.01	4.65	5.20	8.25	7.70	13.15	16.09	19.15	41.29	32.48	18.95	2.09	180.26
I-131 and 123	1.22	0.39	2.00	2.42	3.30	5.79	7.01	5.80	8.91	5.79	9.79	5.36	2.94	0.05	60.77
Co-57	—	—	—	—	—	—	0.004	—	0.004	0.01	6.00	0.005	4.13	—	10.16
Tl-201	—	0.73	—	0.29	0.57	1.00	1.29	0.86	1.68	2.22	6.79	5.12	1.99	—	22.54
Yb-169	1.5	—	0.1	—	—	0.7	0.2	—	—	0.2	1.4	0.1	0.2	—	4.4
Au-198	0.12	—	—	0.19	0.67	3.48	2.29	10.08	7.60	8.86	33.36	96.40	13.70	—	176.75
Se-75	2.84	1.33	1.11	2.88	9.60	14.66	24.50	31.43	53.91	62.02	139.42	135.56	92.45	8.65	580.36
Ga-67	0.44	2.33	1.97	0.32	5.19	5.08	3.24	9.28	9.73	11.21	35.12	42.23	28.45	—	154.59
Hg-197 and 203	0.02	—	0.004	—	0.48	0.54	0.44	0.83	0.61	0.88	2.74	1.06	0.81	—	8.41
Xe-133	—	—	—	—	0.004	0.01	—	—	0.01	0.02	0.03	0.01	—	—	0.08
In-111	0.03	—	—	0.01	—	—	0.04	0.03	—	0.01	0.09	0.08	0.01	—	0.30
Fe-59	—	—	—	—	—	0.16	0.09	—	0.05	—	0.12	—	0.04	—	0.46
Cr-51	—	—	—	—	—	0.04	0.10	—	0.02	—	0.19	—	—	—	0.39
Total	7.99	8.21	11.19	10.76	25.01	27.71	46.90	71.46	98.61	110.37	276.08	318.42	163.67	10.79	1199.42

Table 9-2 per Caput mean bone marrow dose (μ rad per person per year; 10 nGy per person per year) by age-group and radiopharmaceuticals
Male

Age-group Radionuclide	0-2	3-7	8-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-59	60-69	70-79	80-	Total
Tc-1	1.34	1.70	2.54	1.54	2.61	2.40	2.78	4.74	5.79	5.98	13.62	12.91	8.36	0.86	67.17
Tc-2	—	0.31	—	0.60	0.23	0.16	0.37	0.74	0.95	0.47	1.54	1.49	0.97	0.21	8.04
Tc-3	0.41	0.54	0.16	0.22	0.75	1.40	1.80	2.55	4.19	5.88	11.42	10.48	6.33	0.70	46.83
Tc-4	0.07	0.69	0.14	0.19	0.07	0.54	0.17	0.20	0.19	0.66	0.39	0.85	0.49	—	4.65
Tc-5	0.60	1.42	2.81	1.43	1.53	3.32	3.47	3.31	3.73	4.34	14.56	18.55	15.87	1.67	76.61
Tc-6	0.40	0.17	0.20	0.03	0.09	0.08	0.21	0.13	0.20	0.58	0.95	0.80	0.94	0.13	4.91
Tc-7	0.07	0.12	0.23	0.07	0.01	0.28	0.05	0.24	0.15	0.30	0.29	0.69	0.32	—	2.82
Tc-99m	2.89	4.95	6.08	4.08	5.29	8.18	8.85	11.91	15.20	18.21	42.77	45.77	33.28	3.57	211.03
I-131 and 125	2.70	0.86	1.05	0.22	3.76	2.04	0.85	2.39	3.18	2.87	6.12	5.00	2.40	0.34	33.78
Co-57	—	—	—	—	—	—	—	0.01	—	—	0.004	0.004	0.03	5.97	6.02
Tl-201	0.62	1.75	—	0.30	0.91	0.30	0.91	1.27	3.36	4.69	13.88	9.88	4.95	—	42.82
Yb-169	2.3	0.2	1.0	0.2	0.5	0.4	1.2	1.2	0.5	1.9	1.9	2.4	0.8	—	14.5
Au-198	0.20	—	0.30	0.19	2.22	4.38	5.49	12.73	17.97	24.23	80.62	41.80	25.49	1.83	217.45
Se-75	—	1.36	1.12	0.83	6.32	8.78	16.33	17.26	28.67	39.97	82.98	82.35	48.45	5.27	339.69
Ga-67	8.95	6.18	3.49	1.42	5.76	6.07	6.74	4.01	12.58	17.51	47.46	55.05	42.86	6.94	225.02
Hg-197 and 203	0.24	—	0.06	0.33	0.40	0.32	0.69	0.11	0.98	1.17	1.26	1.20	1.63	0.24	8.63
Xe-133	—	—	—	0.01	—	0.01	0.01	0.05	0.002	0.02	0.05	0.01	0.02	—	0.18
In-111	0.04	0.01	0.004	—	—	—	0.02	0.05	0.03	0.03	0.01	0.04	0.05	—	0.28
Fe-59	—	—	—	0.05	—	—	0.25	0.07	0.12	—	—	0.14	0.16	—	0.79
Cr-51	—	—	0.02	—	—	0.02	—	0.11	0.03	0.10	0.05	0.01	—	—	0.34
Total	17.94	15.31	13.12	7.63	25.16	30.50	41.34	51.17	82.62	108.99	277.10	243.65	160.12	24.16	1100.53

Table 10 Leukemia significant dose (μ rad per person per year ; 10 nGy per person per year) by age-group and radionuclide used for investigation

Age-group Radionuclide	Female													Total	
	0—2	3—7	8—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—59	60—69	70—79		80—
Tc-99m	1.78	3.43	6.01	4.60	5.15	8.17	7.55	12.89	15.61	18.19	36.75	24.36	9.29	0.84	154.62
I-131 and 123	1.20	0.39	2.00	2.40	3.27	5.73	6.87	5.68	8.64	5.50	8.71	4.02	1.44	—	55.85
Co-57	—	—	—	—	—	—	0.004	—	0.004	0.01	5.34	0.004	2.02	—	7.38
Tl-201	—	0.73	—	0.29	0.56	0.99	1.26	0.48	1.63	2.11	6.04	3.84	0.98	—	19.27
Yb-169	1.5	—	0.1	—	—	0.7	0.2	—	—	0.20	1.2	0.1	0.1	—	4.1
Au-198	0.12	—	—	0.19	0.66	3.45	2.24	9.88	7.37	8.42	29.69	72.30	6.71	3.46	144.49
Se-75	2.78	1.33	1.11	2.85	9.50	14.51	24.01	30.80	52.29	58.92	124.08	101.67	45.30	—	469.15
Ga-67	0.43	2.33	1.97	0.32	5.14	5.03	3.18	9.09	9.44	10.65	31.26	31.67	13.94	—	124.45
Hg-197 and 203	0.02	—	0.004	—	0.48	0.53	0.43	0.81	0.59	0.84	2.44	0.79	0.40	—	7.33
Xe-133	—	—	—	—	0.004	0.01	—	—	0.01	0.02	0.03	0.01	—	—	0.08
In-111	0.03	—	—	0.01	—	—	0.04	0.03	—	0.01	0.08	0.06	0.005	—	0.27
Fe-59	—	—	—	—	—	0.16	0.09	—	0.05	—	0.11	—	0.02	—	0.43
Cr-51	—	—	—	—	—	0.04	0.98	—	0.02	—	0.17	—	—	—	1.21
Total	7.86	8.21	11.19	10.66	24.76	39.32	46.85	70.02	95.65	104.87	245.90	138.82	80.21	4.30	988.63

Male

Age-group Radionuclide	Male													Total	
	0—2	3—7	8—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—59	60—69	70—79		80—
Tc-99m	2.83	4.90	6.02	4.04	5.24	8.02	8.58	11.43	14.29	16.57	35.07	29.29	13.68	1.00	160.96
I-131 and 123	2.65	0.85	1.04	0.22	3.72	2.00	0.82	2.29	2.99	2.61	5.02	3.20	0.98	0.10	28.49
Co-57	—	—	—	—	—	—	—	0.01	—	—	0.003	0.003	0.01	1.67	1.70
Tl-201	0.61	1.73	—	0.30	0.90	0.29	0.88	1.22	3.16	4.27	11.38	6.32	2.03	—	33.09
Yb-169	2.3	0.2	1.0	0.2	0.5	0.4	1.2	1.2	0.5	1.7	1.6	1.5	0.3	—	12.6
Au-198	0.20	—	0.30	0.19	2.20	4.29	5.33	12.22	16.89	22.05	66.11	26.75	10.45	0.51	167.49
Se-75	—	1.35	1.11	0.82	6.26	8.60	15.84	16.57	26.95	36.37	67.75	52.70	19.86	1.48	255.66
Ga-67	8.77	6.12	3.46	1.41	5.70	5.95	6.54	3.85	11.83	15.93	38.92	35.23	17.57	1.94	163.22
Hg-197 and 203	0.24	—	0.06	0.33	0.40	0.31	0.67	0.11	0.92	1.06	1.03	0.77	0.67	0.07	6.64
Xe-133	—	—	—	0.01	—	0.01	0.01	0.05	0.002	0.02	0.04	0.01	0.01	—	0.16
In-111	0.04	0.01	0.004	0.000	—	—	0.02	0.05	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	—	0.24
Fe-59	—	—	—	0.05	—	—	0.24	0.07	0.11	—	—	0.09	0.07	—	0.63
Cr-51	—	—	0.02	—	—	0.02	—	0.11	0.03	0.09	0.04	0.01	—	—	0.32
Total	17.64	15.16	13.01	7.57	24.92	29.89	40.13	49.18	77.70	100.70	256.97	154.90	65.65	6.77	831.20

Table 11 Population doses from diagnostic and therapeutics of radiopharmaceuticals

Population dose Examination	GSD			CMD			LDS		
	mrad per Female	person Male	per year Subtotal	mrad per Female	person Male	per year Subtotal	mrad per Female	person Male	per year Subtotal
Diagnosis	0.180	0.181	0.361	1.199	1.100	2.299	0.989	0.831	1.820
Therapy	0.006	0.012	0.018	0.128	0.064	0.192	0.116	0.057	0.173
Total	0.186	0.193	0.379	1.327	1.164	2.491	1.105	0.888	1.993

らに ^{75}Se と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を加えた4つの核種が全体のCMDの約90%を占めている。

4) 今回得られた国民線量を Table 11にまとめた。放射性医薬品からのGSDは0.38mrad per person per yearで、そのうち6%は ^{131}I による治療からのものである。前回行われた1971年の調査²⁾では、GSDだけを推定しているが、そのときの値は全体で0.26mrad per person per yearであり、そのうち24%が治療からのものであった。6年間で放射性医薬品の使用件数は3倍に増加しているが、GSDは1.5倍に増加しただけである。これは被曝線量の少い $^{99\text{m}}\text{Tc}$ などの使用が増加していることによる。

CMD, LSDは全体で、それぞれ2.5および2.0mrad per person per yearであったが、治療によるものは、このうち約8%であった。

5. 結 言

1) 放射性医薬品の核医学診断による遺伝有意線量は、1977年においては0.36mrad per person per yearであり、 ^{131}I による治療からの遺伝有意線量は0.02mrad per person per yearであった。これらを総計すると放射性医薬品からの遺伝有意線量は0.38mrad per person per yearであった。

2) 国民一人あたりの骨髄線量は核医学診断から2.3mrad per year, 治療から0.2mrad per yearで、合計2.5mrad per yearであった。

3) 白血病有意線量は核医学診断から1.8mrad per person per year, 治療から0.2mrad per person per yearで、合計2.0mrad per person per yearであった。

参考文献

- 1) 橋詰 雅, 丸山隆司, 山口 寛, 館野之男, 西沢かな枝: 放射性医薬品の年間投与件数と投与量. 日本医放会誌, 39, 267—276, 1979
- 2) Hashizume, T., Maruyama, T., Nishizawa, K., Kumamoto, Y. and Kato, Y.: Comparison of genetically significant doses from medical uses of ionizing radiations and radionuclides in Japan, Proc. 1st World Congress of Nucl. Med., World Federation of Nuclear Medicine and Biology, 327—331, 1974
- 3) Yamaguchi, H., Kato, Y. and Shiragai, A.: The transformation method for the MIRD absorbed fraction as applied to various physiques. Phys. Med. Biol., 20: 593—601, 1975
- 4) Yamaguchi, H.: Estimation of internal radiation dose for various physiques using MIRD adult absorbed fractions. Acta Radiologica Oncology, 17: 429—439, 1978
- 5) 山口 寛: 大きさの異なる人体へMIRD法を適用する際の変換法. 日本医放会誌(印刷中)
- 6) Kaul, A., Roedler, H.D. and Hine, G.J.: Internal absorbed dose from administered radiopharmaceuticals, IAEA-SM-210 (Medical Radio-Nuclide Imaging, Vol. II, International Atomic Energy Agency Wien), 423—453, 1977
- 7) Feller, P.A. and Sodd, V.J.: Dosimetry of four heart-imaging radionuclides: ^{43}K , ^{81}Rb , ^{129}Cs and ^{201}Tl ; J. Nucl. Med., 16: 1070—1075, 1975
- 8) DeLand, F.H.: Biological behavior of ^{169}Yb -DTPA after internal administration. J. Nucl. Med., 14: 93—98, 1973
- 9) Johnston, R.E. and Staab, E.V.: Radiation dose to the brain from ^{169}Yb -DTPA in cisternography. J. Nucl. Med., 16: 101—102, 1975
- 10) Cloutier, R.J., Watson, E.E., Rohrer, R.H. and Smith, E.M.: Calculating the radiation dose to an organ. J. Nucl. Med., 14: 53—55, 1973
- 11) 山口 寛, 西沢かな枝, 丸山隆司, 橋詰 雅:

- 放射性医薬品からの臓器線量の計算. 日本保
物会誌, 印刷中.
- 12) 田中義一郎, 河村日佐男, 中原義行: 規格日本人 (Reference Japanese) の設定, 日本原子力
会誌, 19: 674—679, 1977
 - 13) Hashimoto, M., Yumoto, T., Hamada, T.,
Yoshinaga, H. and Antoku, S.: Distribution
red marrow and its weight. *Kyushu J. Med.
Sci.*, 13: 267—280, 1962
 - 14) 橋詰 雅, 丸山隆司, 隈元芳一: 診断用 X 線
による国民線量の推定, 第3報, 骨髄線量と
白血病有意線量, 日本医放会誌, 36, 216—
224, 1976
 - 15) Snyder, W.S., Ford, M.R., Warner, G.G. and
Fisher, H.L. Jr: Estimates of absorbed frac-
tions for monoenergetic photon sources uni-
formly distributed in variouorgans of a hetero-
geneous phantom. *J. Nucl. Med. Supplement*
No. 3, Pamphlet 5, (Society of Nuclear
Medicine Inc.) 1969
 - 16) 私信: 厚生省, 統計局, 1977
 - 17) Hashizume, T., Kato, Y., Maruyama, T.,
Kumamoto, Y., Shiragai, A. and Nishimura,
A.: Population mean marrow dose and
leukemia significant dose from diagnostic
medical X-ray examinations in Japan. 1969,
Health Phys., 23: 845—853, 1972
 - 18) UNSCEAR Report: Sources and Effects of
Ionizing Radiation, United Nations Scientific
Committee on the Effects of Atomic Radiation,
United Nations, (UNIDO, Vienna), 1977
-