

Title	がん有意因子について
Author(s)	橋詰, 雅; 丸山, 隆司; 館野, 之男
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1980, 40(8), p. 815-822
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15989">https://hdl.handle.net/11094/15989</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## がん有意因子について

放射線医学総合研究所物理研究部  
橋 詰 雅 丸 山 隆 司  
放射線医学総合研究所臨床研究部  
館 野 之 男

(昭和55年 2 月 5 日 受付)

(昭和55年 3 月 25 日 最終原稿 受付)

### Concept of Malignant Significant Factor and its Applicability for and Occupational Exposures

T. Hashizume, T. Maruyama and Y. Tateno\*

Division of Physics, \*Division of Clinical Research, National Institute of Radiological  
Sciences, 9-1, Anagawa-4-chome Chiba-shi 260, Japan

---

Research Code No.: 305

---

Key Words: Risk estimation, Carcinogenesis, Medical exposure,  
Occupational exposure

---

In the medical and occupational exposures, there is a tradition to use the genetically significant dose as an index of harm to the population although it only includes the genetical effects from ionizing radiations. A similar significant dose for somatic effects such as radiation leukemogenesis and carcinogenesis should be added to the genetically significant dose in order to approach an index of total harm to the population from medical and occupational exposures. For this purpose, leukemia and malignant significant factors were determined based on the induction of malignant diseases including leukemia for the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki and the life expectancy of individuals subject to medical examinations or treatments as well as radiation workers, taking account of the possibility of their deaths due to other diseases or accidents during a latent period of malignant diseases.

The resultant significant factors were tabulated as a function of life expectancy for their application to medical and occupational exposures. For an example, the malignant significant factor for a person having the life expectancy of 60, 40 and 20 years was about 0.87, 0.45 and 0.10, respectively.

This paper will discuss the applicability of the leukemia and malignant significant factors to the risk estimation of medical and occupational exposures; namely (1) the risk estimation for an individual in the population; (2) the risk estimation for individuals in a given age group who were continuously irradiated with natural radiations or received occupational exposures; (3) the risk estimation for the population in a given age distribution and (4) the risk estimation for individuals after retirement of radiation works.

## 1. 緒 言

「がん有意因子」というのは本論文で提案しようとしている新しい概念であるが、この概念が必要になった背景には次のような事由があった。

放射線による白血病の誘発はすでに1920年代から問題にされていたが、1950年に始まった広島・長崎の原爆被爆者についての放射線影響研究所(RERF, 当時, 原爆傷害調査委員会(ABCC)と)の調査は、白血病の発生が有意に高いことおよびその発生は被曝後10年以上の長期にわたることを明らかにした。白血病の発生が長期の潜伏期間を有することから、放射線被曝者の白血病発生リスクを推定するには、当該被曝者の余命を何らかの形で補正項として考慮する必要がある。1964年に、我々は医療被曝による白血病発生リスクの推定に必要な平均骨髓線量を算出するにあたって、各年齢層の生存曲線から求めた余命因子(life expectancy factor)を導入した<sup>1)2)</sup>。

その後、原爆被曝後20年を経過して白血病の発生の年次別パターンがほぼ明確になった時点で、余命に加えてこのパターンを考慮した白血病有意因子(leukemia significant factor, 以下 LSF という)を提案し、これを医療被曝に適用し、集団検診<sup>3)</sup>、X線診断<sup>4)</sup>、放射線遠隔治療<sup>5)</sup>などによる白血病有意線量(leukemia significant dose, 以下 LSD という)を報告した。一方、原子放射線の効果に関する国連科学委員会(UNSCEAR)に対しても、1969年に LSF を用いて LSD を出すことを提案し、これらが値を送付した。それらの値は日本における医療被曝による LSD として UNSCEAR の報告書に掲載されたが<sup>6)</sup>、診断領域では LSD は平均骨髓線量(per Caput mean bone marrow dose, 以下 CMD という)と13%程度の差しかなかったことおよび、放射線治療では大きな差(80%以上)が生じたが、わが国以外に治療による国民線量を報告する国がなかったことのため、LSD の必要性が認められず、UNSCEAR で十分に検討されなかった。しかし、1977年にいたり、UNSCEAR が報告書<sup>7)</sup>で放射線治療が大きく取り上げられ、LSD がクローズアップされた。

他方、白血病以外の悪性腫瘍(以後がんという)については広島、長崎の原爆被爆者が中で、平均10年以上の潜伏期をおいて次第に増加していること、またその数も最近では白血病を凌駕することが明白になり、がんのリスク推定をより精密にするため、LSD に相当するがん有意因子(Malignant significant factor, 以下, MSF という)に強い関心が向けられるようになった。UNSCEAR では、1981年に出版予定の報告書にこの問題を取り上げようとしている。本論文は UNSCEAR が報告書のために準備した白血病有意因子およびがん有意因子の概念、その因子の推定値ならびにその推定値を用いたリスクの評価の2, 3の例を示すものである。

## 2. 白血病有意因子(LSF)

1965年以後最近まで使用してきた LSF は次のようにして求めてきた<sup>3)-5)</sup>。

広島・長崎の爆心から3km 以内の被曝者で白血病に罹った人の年次別発生数は Fig. 1 の曲線 a(t) の如く、被曝後約6年でピークに達し、以後年とともに減少している。一方、その被曝者グループの生存率は曲線 A(t) で与えられる。被曝者が全く死ぬことがなく、すなわち A(t)=1 であったとすれば、その白血病発生数は a(t)/A(t)=c(t) で曲線 c(t) の如くなる。あるグループ(b)の生存率曲線を B(t) とすれば、このグループの白血病発生数は B(t)・c(t)、(これを b(t) とする)で与えられる。グループ(b)に対する白血病有意因子, L<sub>b</sub> は次式で定義される。

$$L_b = \int_0^T b(t) dt / \int_0^T c(t) dt \quad (1)$$

癌患者のように余命が短い場合、例えば5年生存率が30%の場合には、初めの5年間は指数関数的に生存者が減少し、それ以後はその年齢の健康人と同様の生存率を有すると仮定すれば、この場合の生存率は曲線 P(t) で与えられ、そのときの白血病発生数は曲線 p(t) の如くなる<sup>8)</sup>。従って、このようなグループに対する LSF, L<sub>p</sub> は(1)式と同様に

$$L_p = \int_0^T p(t) dt / \int_0^T c(t) dt \quad (2)$$

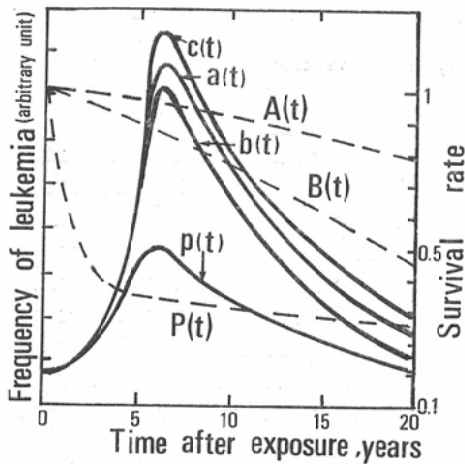


Fig. 1 Derivation of leukemia significant factor from a frequency of leukemia incidence in Hiroshima and Nagasaki and a survival rate for a given age group of Japanese.  $c(t)$  is the hypothetical frequency of leukemia incidence on the basis of the assumption that no person received ionizing radiations died at all,  $a(t)$  and  $b(t)$  shows the frequency of leukemia incidence for a group of survival curve  $A(t)$  and  $B(t)$ , respectively.  $p(t)$  gives the frequency of leukemia incidence for a patient group of survival curve  $P(t)$ . For example,  $b(t) = B(t) \cdot c(t)$ . The leukemia significant factor for the group B,  $L_b$ , was derived from a following equation;  $L_b = \int_0^{20} b(t) dt / \int_0^{10} c(t) dt$ .

で与えられる。

G. Beebe<sup>9)</sup>によれば、長崎では1970年までほぼ白血病の発生は終了したようである。これまでのLSFは白血病発生数から得たFig. 1を用い(1), (2)式から $T=20$ として求めてきたが、今回は最近の超過死亡率<sup>9)</sup>から得たFig. 2の曲線を用い、種々の5年生存率のグループについて $T=25$ として(2)式からLSFを計算した。従来までLSFは性別および年齢層別に示してきたが<sup>9)</sup>、余命で示した場合には性別にほとんど関係ないことがわかった。又余命を使用した場合には、日本人以外でも使用できるので今回は年齢に余命の項も追加した。

Table 1にこのようにして計算したLSFを示す。Table 1の1, 2列に日本人の年齢を示し、3列に余命を示した、さらに4列目は健康人のLSFを示している。5~11列は種々の5年生存率に対するLSFを示す。

### 3. がん有意因子 (MSF)

1960年頃から、広島・長崎における原爆被爆者が中で、白血病以外の悪性新生物の罹患率が非被爆者に比べて有意に高い値を示し始めた。最初に甲状腺癌が現われ、ついで胃癌、肺癌、乳癌等が

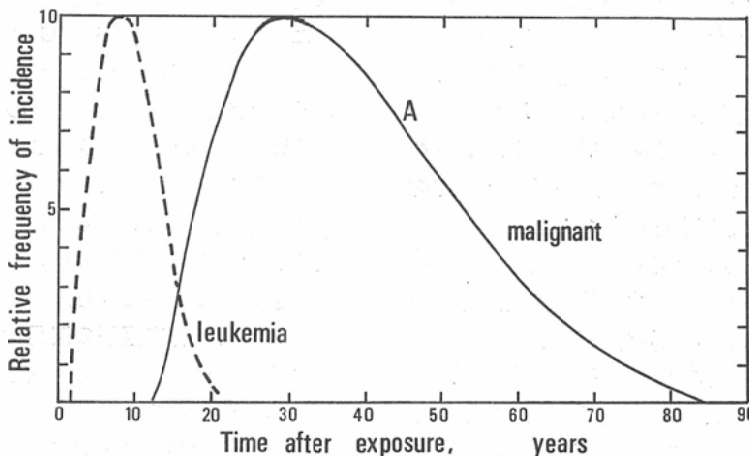


Fig. 2 Relative frequency of incidence for leukemia and malignant diseases. The frequency curve for the malignant diseases was estimated using the data on the mortality experience of atomic survivors<sup>9)</sup> and after 30 years from the time of atomic bomb exposures, the curve determined by extrapolating from the frequency curve of leukemia incidence. The curve of malignant diseases gives the relative frequency of malignant disease for a pattern A.

Table 1 Leukemia significant factor for man of health and patient of malignant disease

Age		$\dot{e}_x$	5 years survival rate							
Male	Female		healthy	60	40	30	20	10	5	1
	0—4	77	0.99	0.60	0.41	0.31	0.21	0.11	0.06	0.02
0—4	5—9	72	0.99	0.60	0.41	0.31	0.21	0.11	0.06	0.02
5—9	10—14	67	0.99	0.60	0.41	0.31	0.21	0.11	0.06	0.02
10—14	15—19	62	0.99	0.60	0.41	0.31	0.21	0.11	0.06	0.02
15—19	20—24	57	0.99	0.60	0.40	0.30	0.20	0.11	0.06	0.02
20—24	25—29	52	0.98	0.60	0.40	0.30	0.20	0.11	0.06	0.02
25—29	30—34	47	0.98	0.60	0.40	0.30	0.20	0.11	0.06	0.02
30—34	35—39	43	0.97	0.60	0.40	0.30	0.20	0.11	0.06	0.02
35—39	40—44	38	0.95	0.59	0.39	0.30	0.20	0.11	0.06	0.02
40—44	45—49	34	0.93	0.58	0.38	0.29	0.20	0.11	0.06	0.02
45—49	50—54	29	0.90	0.56	0.38	0.29	0.20	0.11	0.06	0.02
50—54	55—59	25	0.87	0.54	0.37	0.28	0.19	0.10	0.06	0.02
55—59	60—64	21 (20)*	0.80	0.52	0.37	0.28	0.19	0.10	0.06	0.02
60—64	65—69	17 (16)*	0.69	0.43	0.30	0.22	0.15	0.09	0.05	0.01
65—69	70—74	13 (12)*	0.56	0.35	0.24	0.18	0.13	0.08	0.04	0.01
70—74	75—79	10 (9)*	0.380	0.29	0.21	0.15	0.10	0.07	0.04	0.01
75—79	80—	7 (6)*	0.230	0.18	0.13	0.09	0.06	0.04	0.02	0.01

\* ( )...Female  $\dot{e}_x$ ...life expectancy

現われた。その年次別の超過死亡率は1978年までの調査では<sup>9)</sup>、がんによって差はあるが、被曝後10～17年から上昇ははじめ、大部分のがんで20～30年でほぼピークになっている。がんによる超過死亡率のデータ<sup>9)</sup>をもとにして、被曝後の年度別にそれぞれのがんによる超過死亡率を合計し、これを年次別超過死亡率として Fig. 2 の実線で示す曲線を得た。がんによる超過死亡率がピークになる潜伏期の長さは、白血病のその約3.7倍になっている。白血病とその他のがんとでは超過死亡率のパターンは異なるかも知れないが超過死亡率がピークに達した後は白血病の年次別超過死亡率に対するがんが年次別超過死亡率の比率が3.7であるとし白血病の曲線を平行移動した。従って、Fig. 2 の如くがんによる死亡は被曝後ほぼ84年で終わり、がんによる超過死亡率がそのピークの値の50%になる年数は白血病の15年に対し、がんでは55年となる。Fig. 2 に示す年次別がん死亡のパターンを用い、白血病の場合と同様に余命を考慮して求めたがん有意因子 (MSF)

を Table 2 のA列に示す。MSF は LSF に比して小さな値となる。

被曝30年以後のがん死亡のパターンは広島・長崎のデータが利用できないため、Fig. 2 のほかに Fig. 3 に示すB, CおよびDの3つのパターンを仮定し、それぞれのパターンについてMSFを算出した。それぞれのパターンについてのMSFをTable 2のB, CおよびD列に示す。5年生存率がわかった患者についてのMSFは、がんの潜伏期が長い場合5年以内のがん死亡は考えられないので、Table 2の値に5年生存率を乗じて求めることができる。

#### 4. 有意因子の適用および考察

白血病については、超過死亡率のパターンがほぼ完全にわかっているが、がんについては被曝後30年程度までのパターンしかわからない。その後のパターンについて、A～Dの4パターンを仮定して、それぞれのMSFを求めてみた。Table 2に示す如く、MSFの値はパターンAに比べてBの方が全体的に低く、特に20～50歳の働き盛り

Table 2 Malignant significant factor for person of health

Age		$e_x$	$M_k$			
Male	Female		A	B	C	D
	0—4	77	0.94	0.88	0.96	0.96
0—4	5—9	72	0.93	0.84	0.95	0.96
5—9	10—14	67	0.91	0.88	0.94	0.94
10—14	15—19	62	0.87	0.71	0.91	0.92
15—19	20—24	57	0.82	0.63	0.85	0.86
20—24	25—29	52	0.74	0.55	0.78	0.79
25—29	30—34	47	0.65	0.47	0.68	0.71
30—34	35—39	43	0.54	0.38	0.57	0.62
35—39	40—44	38	0.45	0.30	0.46	0.52
40—44	45—49	34	0.34	0.23	0.36	0.41
45—49	50—54	29	0.26	0.17	0.26	0.30
50—54	55—59	25	0.18	0.12	0.18	0.22
55—59	60—64	21 (20)*	0.10	0.07	0.10	0.14
60—64	65—69	17 (16)*	0.05	0.05	0.05	0.08
65—69	70—74	13 (12)*	0.02	0.03	0.02	0.04
70—74	75—79	10 (9)*	0.004	0.005	0.004	0.01

\* ( )...Female  $e_x$ ...life expectancy

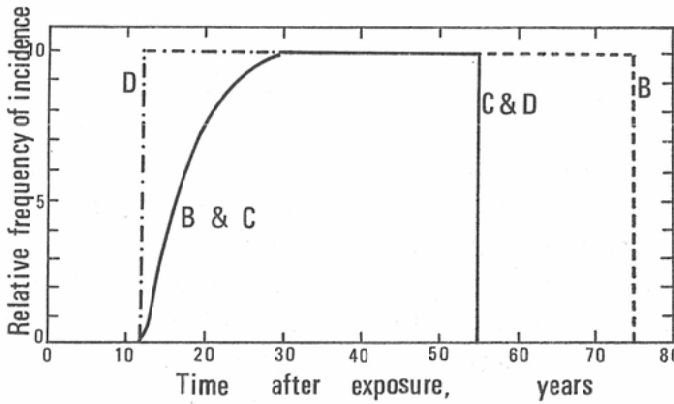


Fig. 3 Hypothetical relative frequency of malignant disease incidence. Since the pattern A was still unknown, three types of pattern were assumed for the determination of malignant significant factor.

では両者の差は大きい。パターンCとDとでのMSFに大きな差がないが、AおよびBでのMSFと比較すると全体的に高い値となる。年齢別のMSFはがんによる超過死亡率のパターンの形によって差がある。ここでは、リスクの推定にはパターンAの値のみを使用することにした。

(i) 個人のリスク

放射線被曝からの白血病のリスクは、骨髄線量  $D_m$  に、該当する平均余命または年齢の LSF を乗じ、さらに100万人あたり、1rad あたりのリスク（以後、リスク係数という）を乗じて算出される。例えば、40歳の女性の胃の検査で5分間の透視と6枚の撮影を行ったとする。この場合の  $D_m$  は約700mrad<sup>4)</sup>であり、LSFはTable 1か

Table 3 Cumulative significant factor, SF factor in the text, correct for mean survival rate.

age Female (Male-5)	$\hat{e}_x$	LSF <sub>T</sub>	LSF <sub>30</sub>	MSF <sub>T</sub>	MSF <sub>30</sub>
2	77	64		38	
7	72	59		34	
12	67	54		29	
17	62	49		24	
22	57	45	29	20	17
27	52	40	28	16	15
32	47	35	27	13	12
37	43	30	25	9.3	9.0
42	38	26	23	6.7	6.6
47	34	21	20	4.5	4.5
52	29	17	17	2.9	2.9
57	25	13	13	1.7	1.7
62	21	9.4	9.4	0.8	0.8
67	17	6.6		0.3	
72	13	4.8		0.1	
77	10	2.7		0.001	
82	7	1.3			

 $\hat{e}_x$ ...life expectancy

ら0.95であるから、白血病のリスク係数<sup>10)</sup>を  $20 \times 10^{-6} \cdot \text{rad}^{-1}$  とすれば、この女性の白血病のリスクは  $13.3 \times 10^{-6}$  となる。一方、がんのリスクについては、ある被曝から受けた臓器Tの線量  $D_T$  と、その臓器に関連する癌のリスク係数  $R_T$  との積をすべての臓器について加え合わせた和、 $\sum_T D_T R_T$  に、平均余命または年齢群別 MSF (Table 2 のA列に示す) を乗じて算出する。前述の胃の検査を受けた女性の例では、臓器線量とリスク係数の積和、すなわちがんのトータル・リスク係数を  $155 \times 10^{-6}$  とし<sup>11)12)</sup>、それに MSF の値、0.45を乗ずれば、癌のリスクは  $70 \times 10^{-6}$  となる。すなわち、この女性は胃のX線検査で、将来100万分の14の確率で白血病に、また100万分の70の確率でがんのリスクを受けたことになる。

(ii) 連続被曝を受けている同一年齢層の人のリスク

自然放射線からの被曝、職業上の被曝あるいは

毎年、定期的に行われている胸・胃部集団検診のように、一生涯あるいはそれに近い期間、一定の線量を連続的に被曝した場合、被曝開始n年後におけるリスクは、次式で定義された  $(LSF)_n$ 、 $(MSF)_n$  を用いて推定できる。

$$(LSF)_n = \sum_{i=1}^n S_i (LSF)_i \quad (3)$$

$$(MSF)_n = \sum_{i=1}^n S_i (MSF)_i \quad (4)$$

ここで、 $S_i$  はある年齢層の被曝者のi年後の平均生存率であり、 $(LSF)_i$  および  $(MSF)_i$  はそれぞれ、その被曝者のi年後の白血病および癌有意因子である。各年齢から生涯にわたって一定線量を被曝したときの  $(LSF)_T$ 、 $(MSF)_T$  と職業人のように、例えば30年間連続被曝した人の  $(LSF)_{30}$ 、 $(MSF)_{30}$  を Table 3 に示す。連続被曝を受けた人のリスクは、LSF または MSF、臓器線量およびリスク係数の積で与えられる。例えば32歳が男性が年間100mrad の骨髄線量を30年間被曝しつづけた場合、その人の白血病のリスクは、 $0.1 \times 27 \times 20 \times 10^{-6} = 5.4 \times 10^{-5}$ 、すなわち、100万人あたり54人となる。

(iii) 年齢構成が一定な集団のリスク

例えば、原子力発電所の放射線作業従事者、診療放射線技師あるいは日本人全体のように、その集団の年齢構成が常にはば一定であるとみなせる場合でその集団が同一線量を連続して被曝したとき、その集団のリスクは次式で定義される個人の平均有意因子、 $(LSF)_m$ 、 $(MSF)_m$  を用いて推定できる。

$$(LSF)_m = \frac{\sum_k (N_k^M L_k^M + N_k^F L_k^F)}{\sum_k (N_k^M + N_k^F)} \quad (5)$$

$$(MSF)_m = \frac{\sum_k (N_k^M M_k^M + N_k^F M_k^F)}{\sum_k (N_k^M + N_k^F)} \quad (6)$$

ここで、 $N_k$  はk年齢層の人数、 $L_k$  および  $M_k$  は、それぞれk年齢層のLSF およびMSFである。記号MおよびFはそれぞれ男性および女性を示す。

1978年の日本人の年齢構成から算出した  $(LSF)_m$  は0.90であった。職業上の被曝での  $(LSF)_m$  を1978年の調査<sup>13)</sup> にもとづいて計算したところ、

Table 4 Variation of risk with age and sex individual. (Risk level :  $10^{-6}\text{rad}^{-1}$ )

		Normal	20	30	40	50	60	mean	ICRP mean
Male	Leukemia	20	20	19	19	17	14	18	18
	Malignant disease	100	74	54	34	18	0.5	36	53
	Genetic	100	94	34	2	0.2	0	27	29
	Total	220	188	107	55	35	14	81	100
Female	Leukemia	20	20	20	19	18	16	19	19
	Malignant disease	150	123	98	68	37	15	69	98
	Genetic	100	92	12	0.2	0	0	20	23
	Total	270	235	130	87	55	31	108	140

原子力関係0.95, 医師, 放射線診療技師および看護婦ではそれぞれ0.92, 0.96, 0.97であった。一方,  $(MSF)_m$  は日本人が0.67, 以下前述の順に0.50, 0.44, 0.48および0.61であった。集団でのリスクは上記の  $(LSF)_m$  および  $(MSF)_m$  に, 臓器線量およびリスク係数を乗ずれば算出でき, その集団における100万人あたり, 年あたりの白血病および癌のリスクで示される。

#### (iv) 定年後のリスク

職業上の被曝を受ける個人の白血病あるいはがんのリスクは, 就業中の放射線被曝に起因しているので, 就業期間中と定年などで職業被曝から関係なくなった期間とに分けて考えることができる。就業期間中と定年後(ここでは定年を60歳とする)のリスクの占める割合は, 放射線作業者の年齢分布, 年齢別生存曲線および LSF や MSF から算出できる。ある原子力発電所について求めた結果, 白血病およびがんのリスクに占める定年後のリスクの割合は, それぞれ5%および40%であり, 就業中に受けた放射線によって定年後にがんのリスク相当量あることは注目すべきである。これは白血病の場合より発癌の方が潜伏期が長いことによる。

#### (v) 年齢別のリスクの変動

ICRP-27<sup>11)</sup>に従い, 白血病, がんおよび遺伝的影響の双方についてリスク率の年齢に伴う変動と平均の率を求めた。ICRP-26<sup>10)</sup>および27<sup>11)</sup>によれば, リスクの基準は, 白血病で  $20 \times 10^{-6}\text{rad}^{-1}$ , が

んでは男性  $100 \times 10^{-6}\text{rad}^{-1}$ , 女性  $150 \times 10^{-6}\text{rad}^{-1}$  および遺伝について2世代まで  $100 \times 10^{-6}\text{rad}^{-1}$  と考えられる。これらの値に Table 1 および 2 に示した LSF および MSF を乗じ, また遺伝についてはすでに報告した相対子供期待率を乗じて, 年齢別のリスクの変動を算定した。それらの結果を Table 4 に示す。20歳のリスクの総計は60歳がその約10倍, 40歳の約3.5倍であった, ICRP-27の値に比べて, Table 4 に示すようにがんのリスクが約30%小さい。これは ICRP の高年齢層の MSF に相当する値が大きすぎることで, 男性へのリスクの基準値が一般人に使用するのに適していないためである。

### 5. 結論

遺伝有意線量を算出する際, 生殖腺線量の荷重係数として相対子供期待率が用いられている。放射線被曝による白血病およびがんについても白血病有意線量およびがん有意線量を考えることは, 集団におけるリスク評価のために重要である。これらの有意線量算出に必要な荷重係数として, 白血病有意因子 (LSF) およびがん有意因子 (MSF) を決定した。これらの有意因子を平均余命の関数として表わすことにより, 性別に関係なく, 日本人のみならず世界各国で使用できるようにした。

MSF の1例として, 余命が60, 40および20年の人の MSF は, それぞれ0.87, 0.45および0.10であった。



胸・胃部が集団検診のほうに、ある年齢から毎年同一線量を受けている人の MSF は、余命が 60, 40 および 20 年の場合、それぞれ約 24, 9, および 3 となる。年齢構成が同一とみなせる、例えば日本人全体の被曝における MSF の平均値は 0.55 であり、原子力発電所の放射線作業従事者、医師、診療放射線技師および看護婦についての平均の  $MSF_m$  は、それぞれ 0.50, 0.44, 0.48 および 0.61 であった。

在職中に受けた放射線により生ずる癌のリスクは、定年退職（60歳として）後にも相当あることは今後の問題である。

#### 参考文献

- 1) 橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司, 白貝彰宏, 丸山静雄, 滝沢正臣: 診断用 X 線撮影による骨髄線量の推定. 日本医放会誌, 24: 1087—1093, 1964
- 2) 橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司, 白貝彰宏, 鈴木茂雄, 丸山静雄: 間接撮影による骨髄線量の推定, 日本医放会誌, 25: 991—997, 1965
- 3) 橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司, 鎌田力三郎, 浦橋信吾: 胃集団検診による国民線量の推定. 日本医放会誌, 37: 578—589, 1977
- 4) 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. 3. 骨髄線量および白血病有意線量. 日本医放会誌, 36: 216—224, 1976
- 5) Hashizume, T., Kato, Y., Kumamoto, Y., Kawachi, K., Nishizawa, K. and Yamaguchi, H.: Population mean marrow dose and leukemia significant dose from beam therapy in Japan. Health Phys., 26: 461—467, 1974
- 6) UNSCEAR-Report '72: Levels and Effects. A report of the United Nations Scientific committee on the Effects of Atomic Radiation to General Assembly, with annexes, United Nations Publications, New York, 161—163, 1972
- 7) UNSCEAR-Report '77: Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1977 report to the General Assembly, with annexes, United Nations Publications, New York, 322—323, 1977
- 8) Beebe, G., Kato, H. and Land, C.: Mortality experience of atomic bomb survivors. Technical Report (RERF) TR 1—77, A345—A347, 1977
- 9) 加藤寛夫: 私信, 1979
- 10) ICRP-26: Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, Adopted Jan. 17, Pergamon Press, Oxford, 9—11, 1977
- 11) ICRP-27: Problems Involved in Developing an Index of Harm, Adopted May, Pergamon Press, Oxford, 20—21, 1977
- 12) 橋詰 雅, 丸山隆司: X 線診断によるリスクの推定. 日本医放会誌, 39: 170—173, 1979
- 13) 丸山隆司, 西沢かな枝, 野田 豊, 橋詰 雅, 日本における職業被曝の実態 (出版予定)