



Title	誘発白血病において放射線と協同するリスクについて
Author(s)	栗冠, 正利
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1980, 40(11), p. 1083-1086
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19350
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

誘発白血病において放射線と協同するリスクについて

東北大学医学部放射線基礎医学教室

粟 冠 正 利

(昭和55年7月9日受付)

Cooperative Risk in Radiation Leukemogenesis

Masatoshi Sakka

Tohoku University School of Medicine

Research Code No.: 409

Key Words: *Risk factor, Threshold, Leukemogenesis*

Atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki have been suffered from two kind of leukemogenic risks: atomic bomb radiations and natural causes. These risks are called radiation risk, R_r and cooperative risk, R_c , respectively. Cooperative risk was calculated from vital statistics of Japanese males in general population. These are 1.7×10^{-5} PY for 10-54 years old in 1950 and 5.1×10^{-5} PY for 30-74 years old in 1971. Total risk was calculated from Ishimaru et al's data. Survival rate of an exposed population, S is described by $S = (1-R_r)(1-R_c)$. Radiation risk was $y = 2.43 \times 10^{-6}$ [PY rad $^{-1}$] in the dose range of 50-600 rad (Kerma) in Hiroshima but in Nagasaki it shifted from 0.48×10^{-1} PY rad $^{-6}$ (1-49 rad) to 1.9×10^{-6} PY rad $^{-1}$ (400-600 rad), being $y = 0.47e^{0.02x}$, where y is a risk in 10^{-6} PY and x is dose in rad. Total risk curves intercept R_c at ~ 30 rad in Hiroshima and at ~ 60 rad in Nagasaki. Below these doses, leukemogenic effect of radiation may not be detected because other factors than radiation predominate.

放射線の確率的損害を算定する場合に用いるリスク係数は中等度の大きさの線量によって引き起こされた損害を単位線量当たりに縮尺したものである。このリスク係数を自然放射線程度の低線量域まで外挿したときの損害の数学的期待値は放射線以外の発がんのリスクが大きい為に検出できない。放射線によるリスク係数を R_r とすると単位被曝集団の生存率 S_r は $S_r = 1 - R_r$ である。放射線以外の全リスクを協同リスクと呼びその係数を R_c とする。この曝露をうけた単位集団の生存率を $S_c = 1 - R_c$ としよう。放射線と協同リスクとが相互に独立で、かつ協同的に働くと仮定す

れば両方のリスクをうけた集団の生存率 S は

$$S = (1-R_r)(1-R_c) \quad (1)$$
この仮定のもとに放射線のリスクを推定してみようと思う。

材料・方法・成績

放射線のリスクを推定する資料として石丸ら¹⁾の原爆被曝生存者白血病論文の Table 1 を措用して之を Table 1 に示す。

白血病の協同リスクを推定する資料として我国の自然白血病死亡率を用いる。白血病は罹病率と死亡率とにはほとんど差がない²⁾ことが判っているので動態統計資料を以て罹病率にかえる。我国の自然白血病死亡率が自然放射線の強さと関係がな

Table 1 Number of cases and crude annual incidence rate of acute leukemia and chronic granulocytic leukemia in atomic bomb survivors¹⁾ the extended life span study sample by dose and city, October 1950-December 1971

	T65 total kerma dose (rad)	Average		Person-years	No. of cases		Rate (10^5)		
		K _r	K _n		A1 ^a	CGL ^b	A1 ^a	CGL ^b	All types
Hiroshima	400-600	381	144	9,535	10	2	104.9	21.0	125.9
	200-399	211	70	19,614	8	7	40.8	35.7	76.5
	100-199	109	30	32,384	9	3	27.8	9.3	37.1
	50-99	57	13	51,456	3	4	5.8	7.8	13.6
	1-49	9	2	469,060	11	14	2.3	3.0	5.3
	< 1	0	0	569,266	16	4	2.8	0.7	3.5
	Total	—	—	1,151,315	57	34	5.0	3.0	7.9
Nagasaki	400-600	514	11	6,981	6	1	85.9	14.3	100.3
	200-399	264	4	20,151	7	1	34.7	5.0	39.7
	100-199	143	1	27,355	4	0	14.6	0.0	14.6
	50-99	71	0	25,643	0	0	0.0	0.0	0.0
	1-49	10	0	200,417	6	3	3.0	1.5	4.5
	< 1	0	0	90,944	2	0	2.2	0.0	3.3 ^c
	Total	—	—	371,491	25	5	6.7	1.3	8.3 ^c

^a Acute leukemia.

^b Chronic granulocytic leukemia.

^c One case of chronic lymphocytic leukemia was included.

い^{3) 4) 5)} ことが判っているので白血病死亡率は放射線以外のすべての協同リスクを反映しているとみてよい。

1950年から1971年の21年間に広島・長崎の被曝固定集団の年齢は21歳進行しただけで新らしい若年階層の加入はない。今、例示として上記固定集団の年齢、性階級のうち1950年現在10-14, 30-34, 50-54歳の男を考えてみるとこれらの階級に属していた者は1971年にはそれぞれ30-34, 50-54, 70-74歳の階級に進行した。この期間の我国の白血病死亡率(10万対、以下同じ)をTable 2に示す。

Rc はこの表から求めることができる。広島・長崎の被曝固定集団は、仮りに被曝しなかったとしても、日本人一般と同じ Rc を蒙った上に更に現実に放射線のリスク Rr をうけたことになる。Table 2 の白血病率は1950年に年齢10-54の間で1.0ないし2.3、平均1.7であったが1971年には21歳だけ年をとって30-74歳になった為に2.8から7.5、平均5.1まで上昇した。この間の Rc の変化

Table 2 Mortality of natural leukemia, Rc, in Japan, male, per 10^5 PY^{6) 7)}

	Calendar year	1950	1971
Age	10-14	1.0	
	30-34	1.7	2.8
	50-54	2.3	4.9
	70-74		7.5
X		1.7	5.1

はほぼ時間に対して線型であるから1950-1971年の平均値は1.7から5.1を線型補間して3.4とする。

$$Rc = 3.4 \times 10^{-5} PY \quad (2)$$

Table 1 の値から

$$S = \frac{PY \cdot \text{Number of cases (AL+CGL)}}{PY} \quad (3)$$

式(1)から

$$Rr = 1 - \frac{S}{1 - Rc} \quad (4)$$

これを解くと Rr を得る。この値を Table 3 に示す。

総リスク曲線は上に向って凸で、Rc に相当す

Table 3 Radiation risk, Rr, in Hiroshima and Nagasaki

Kerma (rad)	Hiroshima		Nagasaki	
	total	rad ⁻¹	total	rad ⁻¹
400—600	1.226×10^{-3}	2.5×10^{-6}	9.648×10^{-4}	1.9×10^{-6}
200—399	7.318×10^{-4}	2.4×10^{-6}	3.641×10^{-4}	1.2×10^{-6}
100—199	3.376×10^{-4}	2.2×10^{-6}	1.133×10^{-4}	0.75×10^{-6}
50—99	1.940×10^{-4}	2.6×10^{-6}	—	—
1—49	2.040×10^{-5}	0.82×10^{-6}	1.200×10^{-5}	0.48×10^{-6}

る 3.4×10^{-5} PY の直線を切る。切片は広島では～30rad、長崎では～60rad に当る。rad 当りのリスクは広島では 50rad 以上ではほぼ一定で $y = 2.43 \times 10^{-6}$ PY • rad⁻¹, d.f.=2, t_{0.05}=0.14, p<0.05 だが、1—49rad ではその1/3にすぎない。長崎では 1—49rad 領域では 0.48×10^{-6} PY • rad⁻¹ だが線量と共に増加して 400—600rad 領域では 1.9×10^{-6} PY • rad⁻¹ に至る。この範囲で $Y=0.47e-0.02X$. r=0.99, X²=0.01, p<0.05 である。但し x は rad, y は rad 当りのリスク × 10⁶ である。

考 察

1. Rc について、被曝固定集団の性別、年齢別構成は石丸らの論文には与えられていないので、ここでは男性、1950年現在の10—, 30—, 50—の階級を用いた。女性の白血病死亡率は男性よりもやや低いがほぼ男性の値と平行しているのでもし性、年齢によって補正すると Rc は3.4より 10—20%くらい小さくなるであろう。この結果 Table 3 の Rr は少し大きくなるがオーダーは変わらない。

2. 線量・効果曲線について、広島では 50rad 以上の全線量にわたって線量当りのリスク率が一定であるから線量・効果関係は直線である。50rad 以下ではリスク率は0.8となって 50rad 以上の $\bar{x}=2.44$, SD=0.15からみて有意に低い。その理由は式(1)の右辺に 1-Rc の項が入っている為である。線量が大きいと Rr にもとづく損害が大きくて Rc 由来のものは無視できるが Rr が小さくなると Rc の効果が相対的に大きくなり

無視できない。Table 1 の広島の 1—49 rad の欄をみると中性子成分は相対的に小さくなり γ 成分が重くなっている。γ 線の効果が協同リスクによって影響されるかどうかは石丸らの資料からは明らかではないが、この線量域のリスク率低下が中性子成分の減少によるものか又は協同リスクの出現によるものかは検討の価値がある。長崎の場合中性子成分はほとんど全線量域にわたって無視でき γ 成分だけが支配しているが Rc 成分がどの線量域から著しくなるかは石丸らの表からは判定できない。

広島・長崎いづれの場合も線量・効果関係に理論上の閾値は考えられていない。併し Rc という自然発がん成分を取り入れた為に全体のリスク曲線はある線量点で Rc を切りその線量以下では Rr の効果は Rc よりも小さくなる。広島では～30、長崎では～60rad である。線量に差があるのは広島では中性子成分が少し入っている為かも知れない。これらの値は理論上の閾値ではないが自然発生値の陰にかくれて検出し難いという意味で「実用上の閾値⁹」と呼んでもよい。

文 献

- Ishimaru, T., Otake, M. and Ichimaru, M.: Dose-response relationship of neutrons and gamma rays to leukemia incidence among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki by type of leukemia, 1950—1971. Radiat. Res., 77: 377—394, 1979
- 栗冠正利：放射線発がんのリスクについての補遺。臨床放射線, (昭和 55 年 2 月 6 日掲載)

決定)

- 3) 栗冠正利：宮城県のバックグラウンド放射線量と二、三の人口動態統計資料について。日本医学会誌, 38: 269-271, 1978
- 4) 栗冠正利：環境放射線と白血病死亡率との関係。日本医学会誌, 38: 272-276, 1978
- 5) 栗冠正利：東北地方及び新潟県のバックグラウンド放射線と白血病死亡との関係。日本医学会誌, 38: 702-706, 1978
- 6) 厚生省大臣官房統計調査部編：悪性新生物死亡統計。p 45, 1961, 厚生統計協会, 東京
- 7) 厚生省大臣官房統計調査部編：悪性新生物死亡統計。p 67, 1973, 厚生統計博覧会, 東京
- 8) Latarjet, R.: Réflexion sur la pollution cancérogène par les radiations ionisantes. Bulletin du Cancer, 63: 1-10, 1976