The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	環境放射線と白血病死亡率との関係
Author(s)	粟冠, 正利
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1978, 38(3), p. 272-276
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19775
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

環境放射線と白血病死亡率との関係

東北大学医学部放射線基礎医学教室
粟　冠　正　利

（昭和52年9月22日受付）
（昭和52年10月17日最終原稿受付）

Background Dose Rate and Leukemia Mortality in Japan

By
M. Sakka
Tohoku University School of Medicine

Research Code No.: *400*
Key Words: *Natural background radiation, Leukemia mortality*

The relation of background dose rate x(μR/h) and leukemia mortality y(per 100,000) was investigated for more than 5.7×10^4 deaths in 27 prefectures in Japan on the assumption that even the smallest dose can induce leukemia proportionally with dose. Linear regression may exit y=a+bx, but correlation coefficients were small especially in leukemia for different age, sex and period of observations (Tables 3 and 5). Correlation coefficient of order of magnitude between dose rate x_i and mortality rate y_i of 27 prefectures was also small (Table 4). Leukemia mortality increased with age for population in 1953-1962, being y=2.38+0.03 A, where A is age in years. Coefficient of 0.03 ($\times10^{-5}$) is one order of magnitude smaller than expected rate of 2×10^{-5} (per rem). Linear dose-effect relationship can not be proved in such low dose range as natural background.

放射線防護上いかなる放射線量も線量に比例して白血病を誘発すると仮定してある．併し環境放射線が自然白血病を誘発するかどうかの調査は少ない．本報告は我国における自然バックグラウンド放射線の強さと白血病死亡率との間の関係を比較したものである．27県で22年にわたり5万7千人以上の白血病死亡をとりあげた．これらの値は観察期間の点で原爆白血病と同程度，人数において2～300倍，線量では～1/100であるから直線的な線量・効果関係が保証されていれば集積線量1レム当たり1人当たり10^{-5}のリスクが期待されるはずである．

資料と方法

自然バックグラウンド放射線の値は阿部[1]の資料を借用した．この資料には全国27県にわたつて402地点で測定した最近のデータが μR/h で示されてある．但し関東，中部及び近畿の値は欠けている．各県内に数地点以上測定してあるのでこれらの値の算術平均をその県の代表値として使用した．白血病死亡率は1950（昭和25）年から1971（昭和46）年までの22年にわたつて阿部が測定した27県に対応する値を悪性新生物死亡統計[2]（資料1及び2）および1958～1967年の10年間については上記資料と一部重複して瀬木ら[3]の報告（資料3）から引用集計した．死亡率は毎年変動しているので資料1及び2では22年を，又資料3では10年分を前半と後半に分けた．この場合の平均死亡率は何れも上記各資料にあげてある毎年の死亡率

の和を該当する年度の数で除する簡略法をとった．検討項目は次の通りである．

1．県別バックグラウンド線量率 x(μR/h)と全年齢白血病死亡率 y（10万対）との間に $y=a+bx$ の関係があると仮定し，a，b，相関係数 r，統計量 $t_0=r\sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$ 及び自由度 $df=n-2$を計算．

2．バックグラウンド線量率の大きさの順に県に x_1，x_2，…x_{27}の順位をつけ，白血病死亡率の大きさの順に県に y_1，y_2…y_{27} の順位をつけ x_i と y_i との間の順位相関係数 $r_{xy}=1-\frac{6\Sigma(x_i-y_i)^2}{n(n^2-1)}$ を計算した．

成　績

1950から1958年までの男の全年齢全悪性新生物死亡数は356,341人，同白血病9,460人，同甲状腺377人である．Table 1 に県別線量率，全年齢全悪性新生物死亡率，同白血病死亡率を示す．甲状腺がん死亡率は本症死亡数が少ないので10万対では示せないため動態統計には表示してない．同期間の女の全年齢悪性新生物死亡数は321,466人，同白血病6,930人，同甲状腺1,006人であるが紙面の都合上表は略した．

1959から1971年までの男女全年齢悪性新生物死亡率および同白血病死亡率を Table 2 に示してある．甲状腺がんは資料2には分類作表されていない．この期間の男女全年齢悪性新生物死亡数は1,391,257人，同白血病40,399人である．

Table 1. Background radiation dose rate and mortality rate of malignant neoplasms in 27 prefectures in Japan

	Prefecture	Dose rate x (μR/h)	Mortality rate per 100,000, male, 1950–1958		
			All cancer y_1	Leukemia y_2	All cancer except leukemia y_{1-2}
1	Hokkaido	9.36	86.48	2.66	83.82
2	Aomori	6.48	65.26	2.54	62.72
3	Iwate	7.84	61.78	2.28	59.50
4	Miyagi	8.88	92.47	3.01	89.47
5	Akita	9.00	84.65	2.64	82.01
6	Yamagata	8.64	104.67	2.47	102.20
7	Fukushima	9.84	89.17	2.21	86.96
8	Niigata	10.46	107.77	2.50	105.27
9	Toyama	9.74	108.71	2.56	106.15
10	Ishikawa	9.80	103.97	2.36	101.61
11	Fukui	12.91	90.28	1.72	88.56
12	Tottori	10.14	110.68	3.52	107.16
13	Shimane	8.26	95.98	2.59	93.39
14	Okayama	10.26	102.08	2.21	99.87
15	Hiroshima	10.06	98.68	3.01	95.67
16	Yamaguchi	9.37	98.23	2.33	95.90
17	Tokushima	9.16	90.01	2.46	87.55
18	Kagawa	11.90	109.23	2.32	106.91
19	Ehime	11.20	99.65	2.70	96.95
20	Kochi	10.90	97.21	2.37	94.84
21	Fukuoka	11.61	91.01	2.41	88.60
22	Saga	10.44	106.44	1.99	104.45
23	Nagasaki	9.12	79.56	2.86	76.70
24	Kumamoto	8.75	84.64	2.84	81.80
25	Oita	9.59	88.92	2.17	86.75
26	Miyazaki	9.76	77.92	2.32	75.60
27	Kagoshima	8.76	69.62	2.23	67.39

Table 2 Background radiation dose rate and mortality rate of malignant neoplasms in 27 prefectures in Japan

	Prefecture	Dose rate x μR/h	Mortality rate per 100,000, male and female, 1959–1971		
			All cancer y_1	Leukemia y_2	All except leukemia y_{1-2}
1	Hokkido	9.36	94.01	3.33	90.68
2	Aomori	6.48	93.28	3.22	90.06
3	Iwate	7.84	98.34	3.35	85.99
4	Miyagi	8.88	110.03	3.52	106.51
5	Akita	9.00	119.06	3.62	115.44
6	Yamagata	8.64	132.85	3.33	129.52
7	Fukushima	9.84	117.31	3.52	113.79
8	Niigata	10.46	132.85	3.48	129.37
9	Toyama	9.74	127.53	3.39	124.14
10	Ishikawa	9.80	123.73	3.76	119.97
11	Fukui	12.91	117.60	3.51	114.09
12	Tottori	10.14	138.45	3.80	134.65
13	Shimane	8.26	133.17	3.58	129.59
14	Okayama	10.26	123.13	3.32	119.81
15	Hiroshima	10.06	118.07	3.46	114.61
16	Yamaguchi	9.37	125.93	3.12	122.81
17	Tokushima	9.16	119.10	3.35	115.75
18	Kagawa	11.90	137.66	3.22	134.44
19	Ehime	11.20	129.34	3.46	125.88
20	Kochi	10.90	128.96	3.75	125.21
21	Fukuoka	11.61	116.93	3.12	134.13
22	Saga	10.44	137.46	3.33	110.08
23	Nagasaki	9.12	113.80	3.72	112.15
24	Kumamoto	8.75	115.54	3.39	118.75
25	Oita	9,59	122.03	3.28	118.75
26	Miyazaki	9.76	109.06	3.64	105.42
27	Kagoshima	8.76	108.93	3.40	105.53

Table 1,2 その他紙面の都合でここでは省略した諸表にもとづいて計算した直線回帰式 $y=a+bx$ の a と b との値を Table 3 に示した．全悪性新生物死亡率と線量率との間には正の相関があるが相関係数は～0.5であまり大きくないこと，白血病死亡率と放射線との相関はこれより更に悪く，かつ負の相関をもつものが多いこと，白血病に関するbの値即ち線量率当たりの死亡率は0.01以下でかつ全悪性新生物と白血病との間に著しい差があること，a（放射線と関係無く起こる死亡率）に比してbは1ケタ小さいことが Table 3から読みとれる．併し相関係数が小さい（特に白血病の場合）ので線量・効果関係が実証されたということはできない．

そこで線量・効果関係は証明できなくとも高バックグラウンド県に高白血病死亡率が期待できるかどうかを順序相関で計算してみた．計算に用いた値は Table 4 に示す．計算結果は $n=27$, $\Sigma(x_i-y_i)^2=3,231$, $r_{xy}=0.01$ で相関は全くない．

資料1及び2から得た白血病死亡率とバックグラウンド線量率との間に大きな相関係数が得られなかつたので別に資料3を用いて同じ傾向があるかどうかを検討した．資料3は1958～1967年の値を含み5年づつ前後2期に分けてある．そこで

Table 3. Linear regression of mortality rate y and natural background radiation dose rate x in 27 prefectures in Japan. $y = a + bx$

Period observed	Sex	Age	Category of malignancies	a*	b*	r**
1950—1958	M	0—75+	All	38.12	5.59	0.55
			Leukemia	3.27	−0.08	−0.28
			All except leukemia	34.95	5.66	0.56
1950—1958	F	0—75+	All	44.44	3.70	0.49
			Leukemia	2.08	−0.04	−0.31
			All except leukemia	34.53	4.54	0.60
1959—1971	M+F	0—75+	All	71.08	5.02	0.50
			Leukemia	3.34	0.01	0.06
			All except leukemia	65.00	5.31	0.53

* per 100.000 ** Correlation coefficient

Table 4. Order of background radiation level and male leukemia mortaliy rate for all ages, 1950-1971.

Prefecture	Radiation level	Leukemia mortality
Hokkaido	11*	11*
Aomori	1	6
Iwate	2	5
Miyagi	7	21
Akita	8	11
Yamagata	4	9
Fukushima	17	7
Niigata	22	13
Toyama	14	12
Ishikawa	16	19
Fukui	27	8
Tottori	19	22
Shimane	3	18
Okayama	20	8
Hiroshima	18	15
Yamaguchi	12	3
Tokushima	10	10
Kagawa	26	4
Ehime	24	14
Kochi	23	17
Fukuoka	25	2
Saga	21	1
Nagasaki	9	20
Kumamoto	5	15
Oita	13	2
Miyazaki	15	8
Kagoshima	6	4

* Ascending order of magnitude, 1 being the smallest.

性別，年齢別（比較の便宜上筆者が 0—14，15—44，45—75+歳の 3 階級に区分して階級内で算術平均をとつた）白血病死亡率 y と線量率 x との間に $y=a+bx$ の関係があると仮定して解を求めた結果を Table 5 に示した．Table 5 のうち線量・効果関係が負の直線性を示すもの 9/12，0～14歳から15～44歳への年齢進行に伴つて $x=0$ における白血病死亡率が減少するもの2/4，15～44歳から45～75への年齢進行に伴つて $x=0$ における死亡率が減るもの2/4，1958年から始まる 5 年間と1963年以後の 5 年間の歴年進行に伴つて $x=0$ における死亡率が減少するもの 3/6 である．年齢進行及び歴年進行に伴つて集団中の個人の平均集積線量は当然増加するので之に伴つて白血病死亡率も又上昇すると期待される．ところが Table 5 の成績はこの期待には全く添わずむしろバックグラウンド線量率と白血病との間にはほとんど関係が無い事を示唆するデータとさえ言える．

Table 5. Linear regression of leukemia mortality rate y and natural background radiatiou dose rate x for different age, sex and period of observation.

Sex	Age (years)	1958—1962	1963—1967
M	0—14	$y=1.06+0.24x$	$y=4.13-0.11x$
	15—44	$y=3.31-0.02x$	$y=3.13-0.17x$
	45—75+	$y=2.77-0.06x$	$y=6.60-0.02x$
F	0—14	$y=3.79-0.12x$	$y=1.89+0.11x$
	15—44	$y=2.27\pm0.00x$	$y=4.39-0.17x$
	45—75+	$y=4.00-0.09x$	$y=3.26-0.02x$

1953～1962年の男の白血病死亡率 y を年齢別にみると 0～14（中央7.5）歳で平均3.38，15～44（中央35）歳で3.26，45～75（中央65）歳で5.19である．死亡率yと年齢Aとの間の関係は$y=2.87+0.03A$, $r=0.85$である．即ち1年ますごとに死亡率は10万分の0.03づつ増す．1年間のバックグラウンド放射線集積線量はおよそ0.1レムであるから0.03という値は現在放射線防護上考えられている値1レム当たり2×10^{-5}（0.1レム当たり0.2×10^{-5}）より1ケタ小さい．

考　察

我々は宮城県のバックグラウンド放射線量と2，3の人口動態統計資料[4]についてのべたとき白血病死亡率その他の効果とバックグラウンド線量率との間の相関が実証できないが1つの県のデータは統計学上の標本にすぎないので母集団については別に検討すると言つた．本報告は現在入手できる限りの広範囲の全国的調査結果をまとめたものである．その結果放射線ともつとも関係が深いと信ぜられている白血病死亡率がバックグラウンド線量率との間でほとんど相関が無いか又は場合によつては負の誘発率さへ示す事が明らかになつた．宮城県における観察は1県に止まらず全国的に見ても成り立つものと思われる．従つてさきの論文[4]の考察に追加するものが有りとしても僅かである．低線量域で放射線誘発がんが減るという考えは一見奇妙だが因果関係に立ち入らない統計上の観察としては幾つも有る．例えば長崎の原爆白血病についての Delpla[5] の risque negatif, USA 内高度に伴う白血病その他のがん死亡減少に関する Eckhoff ら[6], Mason ら[7], Frigerio ら[8]の報告がある．反対に誘発された白血病細胞が高線量域で殺される為に相対的に低線量域の見かけの誘発率が上昇したり又は直線性を示す可能性を Mole[9] があげている．何れにせよこれらは統計上の線量・効果関係であつて発がんのパトゲネーゼが不明である以上線量・効果関係ばかり追求しても学問上の意味は乏しかろう．意味が有るのは放射線を利用する上で線量制限水準を何処に置くかと言う管理問題が起こる場合である．現在エネルギ問題に関連して提起されている原子力発電所境界線上の目安線量5ミリレム/年は従来ICRPが提案している最大許容線量及び線量限度にくらべて2～3ケタ低い．このような低線量域まで直線的線量・効果関係が外挿できるかどうかは良く判らない．外挿可能という仮説に基づいて検討した結果この低説が成立することは難かしいという結論に到達した点で本論文は上に引用した論文（5）ないし（8）と同じ範疇に入る．

文　献

1) 阿部史朗：環境放射線の地理的分布，日本における分布．環境放射線測定の現状と将来，NIRS-M-7, p. 14—19, 1975.
2) 厚生省大臣官房統計調査部編：悪性新生物死亡統計，人口動態統計特殊報告，厚生統計協会，昭和36年及び昭和48年．
3) 瀬木三雄，栗原　登，松山恒明，伊藤希子：原因別県別死亡率（1953—1967），東北大学医学部公衆衛生学教室，1970.
4) 栗冠正利：宮城県のバックグラウンド放射線と二三の人口動態統計資料．日本医放会誌，38：23—25，1978.
5) Delpla, M.: Evaluation de risques somatiques à faibles doses. Biological and Environmental Effects of Low-level Radiation 2：351—359, IAEA, Vienna, 1976.
6) Eckhoff, N.D., Schulter, J.K., Clark, R.W. & Ramer, E.R.: Correlation of Leukemia Mortality Rates with Altitude in the U.S. Health Physics 27：377—380, 1974.
7) Mason, T.J. & Miller, R.W.: Cosmic Radiation at High Altitudes and US Cancer Mortality 1950—1967. Radiat. Res. 60： 302—306, 1974.
8) Mole, R.H.: Ionizing Radiation as a Carcinogen: Practical Questions and Academic Pursuits. Brit. J. Radiol. 48： 157—169, 1975.
9) Frigerio, N.A. & Stowe, R.S.: Carcinogenic and Genetic Hazard from Background Radiation. Biological and Environmental Effects of Low-level Radiation 2： 385—393, 1976.