

## 10・2 原爆被爆者の子供の細胞遺伝学的研究

放射線影響研究所・臨床検査部

阿波章夫

### まえがき

電離放射線は染色体の切断ならびに再結合の誘発による染色体の構造的異常（再配列）を生成し、その異常頻度は照射線量の関数として示される。この事実は体細胞・生殖細胞ともに共通であり、哺乳類（とくにマウス）の生殖細胞に対する照射実験によって、次世代における誘発染色体異常に起因する突然変異率の増加が明らかにされている。

広島・長崎には原爆被爆により多量のガンマー線と中性子照射を一瞬に受けた多数の人々とその子孫による集団が形成されている。原爆放射線の直接的身体的障害に関しては疫学を中心とする研究が広範に進められているが、遺伝的影響については不明の点が数多く残されている。被爆直後に開始された初期の遺伝学的調査によれば、流死産、奇型、新生児死亡、性比などの諸項目に関しては、被爆群と対照群の間に統計学的有意差を認めるまでには至らず、原爆放射線の遺伝的影響を証明する結果は得られていない。しかしながら、かかるユニークな被曝人類集団を対象とする遺伝学的調査の意義とその重要性は近年さらに増しつつある。その意味からも、放射線の遺伝障害危険度評価のための基礎として、細胞遺伝学的研究による染色体異常突然変異率の推定は重要な意味をもつものと考えられる。

### 研究目的

染色体異常（性染色体異常、常染色体構造異常など）保因者の頻度を指標として、原爆被爆者の子供とその対照群について染色体スクリーニングを行ない、原爆放射線の遺伝的影響の解明に資するとともに、放射線の遺伝的危険評価の方法確立に役立てることを目的とする。

## 研 究 方 法

広島・長崎における原爆被爆者の子供の死亡率調査集団(F<sub>1</sub>集団)から調査対象を選定し、さらに研究協力に同意した人々について当研究所にて採血を行った。染色体標本は通常血液培養法にしたがって2日培養したのち、空気乾燥法によって作成した。通常染色法による観察は各例につき10個の中期核板について分析し、3個を写真撮影して核型分析を行った。これによりモザイクを見落す可能性が著しく低下した。QおよびC分染法については、それぞれの標本から3個の中期像に対して写真分析を行った。また微妙な異常の疑いが持たれる場合はG分染法による分析を必ず併用した。

## 研 究 成 果

被爆群として原爆放射線推定線量 1 rad 以上を受けた両親もしくは一方の親から生れた子供 5196名(広島2840名, 長崎2356名)と、非被爆または推定線量 1 rad 以下の親から生れた子供で、年齢・性別がほぼマッチした対照群 4081名(広島2513名, 長崎1568名), 計 9277名(広島5353名, 長崎3924名)の核型分析(但し通常染色法に基くもの)の結果を要約して表1, 表2に示す。

異常の種類は、性染色体異常(A), 均衡型構造異常(B), 不均衡型異常(C)の3種に大別される(表1)。BとCはともに常染色体の異常であり、Cには常染色体トリソミーは含まれていない。

異常個体頻度をみると、広島ではA, Bともに被爆群の方が対照群よりも高い。とくに両親被爆の場合は母集団がきわめて小さいために統計的有意差を証明することはできないが、異常頻度が一番高い。Cの異常は両群ともに観察されなかった。一方、長崎では対照・被爆両群の間には差は全くみられず、広島とは逆の傾向を示している。さらに不均衡型異常が3例(対照群1例, 被爆群2例), いずれも長崎に認められている。これらはいずれも微小な中部着糸型またはそれに類似した染色体が過剰あるいはモザイクの形で存在するもので、由来の識別は困難ではあるが、おそらくはDまたはG群染色体の短腕に由来するものと思われ、いずれも表現型に異常は認められない。

両市を併せて対照群と被爆群を比較し、さらに他の研究結果とを比較した

(表1下段, 表2)。これらの表からも明らかなごとく, 両市を併合した場合, 被爆群の方が対照群よりも異常頻度がやや高いとはいえ, 両群の間の差は小さくなる。さらに, 国外で行われている新生児あるいは7.8歳児調査の結果と比較しても, いずれの異常型についても頻度の差を統計的に証明されない傾向にある。

## 考 察

現在までに約9300例(被爆群5200例, 対照群4100例)の染色体分析を行ったが, 原爆放射線による親の線量と異常個体頻度との関連性を統計的に証明するまでには至っていない。異常が発見された場合, それが遺伝的なものか, または突然変異によるものか, は家族調査によって確認する必要がある。現在, 異常例(とくに構造異常)に対する家族調査が十分に進歩していないので, 即断はできないが, 多くの常染色体構造異常はいずれかの親から由来したものであり, 突然変異と断定しうる例は1例にすぎない。しかしながら, 性染色体の異数性異常は例外なく不分離による突然変異と考えられることから, 刺激要因に対応して増加する可能性は否定できない。統計的有意差は証明されないとはいえ, 被爆群において性染色体異常がやや高い傾向にあることがその可能性を示唆しうる。

トリソミーを含む不均衡型異常については, 表現型に異常を来さない長崎の3例を除いては, 本集団には観察されない。トリソミーの場合では, 新生児では0.14%を占めているが, 7.8歳児集団では0.05%と減少し, 検査時年齢が20歳を超える本集団では全く認められない。トリソミー異常が表現型に与える効果が大きいこと, したがって早期死亡による淘汰が強く作用しているものと推定される。

なお異常例における出生児の両親の年齢, あるいは被爆後の時間的関連についてはいずれも特記すべき現象は本研究においては認められなかった。

## 要 約

広島・長崎における原爆被爆者の子供5196名とその対照群4081名に対する細胞遺伝学的分析の結果の放射線被曝に起因する可能性のある染色体異

常を保有する個体頻度の増加は統計的には証明されなかった。しかし、性染色体異常が被爆群においてやや高い傾向にあることから、放射線照射により性染色体不分離に基く異常が誘発する可能性が考えられるとともに、さらに実験的究明が重要であることが示唆された。

#### 文 献

Awa, A. A., Neriishi, S., Honda, T., Sofuni, T. and Hamilton, H. B. (1979): Cytogenic studies of the offspring of exposed survivors. Abstract of Symp. Internat. Assoc. Late Effects Group, Hiroshima, 21-22 May, 1979.

阿波章夫(1978):原爆被爆者の子供の細胞遺伝学的研究。遺伝・環境要因による心身障害の予防に関する研究, 研究報告書 138-140。

Sofuni, T., Tanabe, K. and Awa, A. A. (1978): Chromosome heteromorphisms in the Japanese. I. Banding patterns of Dp+ and Gp+ by Q- and C-staining methods. R. E. R. F. Tech. Rep. 8-78.

Sofuni, T., Tanabe, K. and Awa, A. A.: Chromosome heteromorphisms in the Japanese. II. Nucleolus organizer regions of variant chromosomes in D and G groups. (in press).

表1 被爆別異常頻度(%)

		対照群	被爆群			
			父親	母親	両親	計
広島	A	0.20	0.30	0.18	0.61	0.28
	B	0.12	0.30	0.30	0.41	0.32
	C	—	—	—	—	—
計		0.32	0.60	0.48	1.01	0.60
例数		2513	667	1680	493	2840
長崎	A	0.26	0.45	0.29	—	0.30
	B	0.13	—	0.07	—	0.04
	C	0.06	0.15	0.07	—	0.08
計		0.45	0.60	0.44	0	0.42
例数		1568	664	1378	314	2356
計	A	0.22	0.38	0.23	0.37	0.29
	B	0.12	0.15	0.20	0.25	0.19
	C	0.02	0.08	0.03	—	0.04
計		0.37	0.60	0.46	0.62	0.52
例数		4081	1331	3058	807	5196

A: 性染色体異常。 B: 均衡型構造異常。 C: 不均衡型異常。

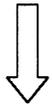
表2 各種集団における異常頻度(%)

異常の種類	F <sub>1</sub>		新生児 <sup>b</sup>	7-8歳児 <sup>c</sup>
	対照群	被爆群 <sup>a</sup>		
I 性染色体異常	0.22	0.29	0.21*	0.23
(XYY)	0.16	0.12	0.09	0.14
(XXY)	0.11	0.25	0.09	—
計	0.27	0.44	0.26	0.23
(XXX)	0.09	0.11	0.10	—
計	0.18	0.18	0.15	0.23
II 均衡型構造異常	0.12	0.19	0.19	0.21
III 不均衡型異常	0.02	0.04	0.06	—
IV トリソミー	—	—	0.14	0.05
計	0.37	0.52	0.60	0.48
検査例数	4081	5196	56952	4342
男	1863	2411	37779	2186
女	2218	2785	19173	2156

a: 平均被曝線量; 父親=63.6rad, 母親=91.6rad。 b: Hook and Hamerton (1977)。  
c: Patil et al. (1977)。 \* 性比に基づく修正値。



**検索用テキスト** OCR(光学的文字認識)ソフト使用  
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



#### 要約

広島・長崎における原爆被爆者の子供 5196 名とその対照群 4081 名に対する細胞遺伝学的分析の結果の放射線被曝に起因する可能性のある染色体異常を保有する個体頻度の増加は統計的には証明されなかった。しかし、性染色体異常が被爆群においてやや高い傾向にあることから、放射線照射により性染色体不分離に基く異常が誘発する可能性が考えられるとともに、さらに実験的究明が重要であることが示唆された。