

*Radiation Research*<sup>s</sup>掲載論文

### 「ヒトの胸腺の形状と機能に及ぼす電離放射線と加齢の後影響」

伊藤玲子、Laura P. Hale、Susan M. Geyer、Jie Li、Andrew Sornborger、梶村順子、楠 洋一郎、吉田健吾、Marcel R.M. van den Brink、京泉誠之、Nancy R. Manley、中地 敬、Gregory D. Sempowski

#### “Late Effects of Exposure to Ionizing Radiation and Age on Human Thymus Morphology and Function”

*Radiat Res* 2017 (May); 187(5): 589-98

(doi: 10.1667/RR4554.1)

#### 今回の調査で明らかになったこと

原爆被爆者では、比較的低い線量の放射線被曝であっても、胸腺の加齢退縮\*は促進され、被曝後長期にわたって胸腺細胞産生\*\*が非被曝対照集団と比べて、低下することが示唆された。これらの結果は、通常に加齢のみでなく、治療上あるいは偶発的な放射線被曝後における胸腺機能の変化を予測するモデルの構築に有用と考えられる。

\*胸腺組織の細胞充実度が加齢で減少すること。

\*\*成熟 T 細胞に分化する胸腺細胞が胸腺内で産生されること。すなわち胸腺の機能。

#### 解 説

T 細胞は免疫を司る機能を有するが、その T 細胞が遭遇する抗原に応答することができるようになるために胸腺は必須の器官である。したがって、胸腺は T 細胞の適切な構成および維持のために重要な役割を果たすと考えられている。今回は原爆被爆者の保存胸腺組織標本を用いて、放射線被曝と加齢による胸腺機能の変化を調査した。

##### 1. 調査の目的

原爆被爆者では老化による T 細胞の免疫機能の低下が促進している証拠が蓄積されている。したがって、放射線被曝は胸腺の機能ならびに構造に悪影響を及ぼすことで老化による免疫能低下を促進している可能性がある。本研究は、原爆被爆者から採取保存された貴重な胸腺組織標本を活用して、放射線の胸腺機能に対する長期的な影響を調べた。

##### 2. 調査の方法

病理解剖によって採取された、165 名の被爆者の胸腺組織標本を比較検討した。組織標本は、ヘマトキシリン・エオジン染色\*、免疫染色\*\*、蛍光免疫染色\*\*\*を施し、複数の病理学者により顕微鏡で観察後、CD1a 陽性の未熟な胸腺細胞を含む機能性細胞領

域を分類してスコア化した。得られたスコアについて、年齢（被爆時年齢および剖検時年齢）、性別、ならびに被曝線量との関連を統計学的に解析した。

※ ヘマトキシリン・エオジン染色：最も一般的に用いられる組織染色法。細胞核、細胞質などを染め分ける。

\*\*\* 免疫染色：色素で識別可能な抗体を用いる組織染色法。

\*\*\*\* 蛍光免疫染色：蛍光色素で標識された抗体を用いる免疫染色。

### 3. 調査の結果

比較的低い線量（5-200 mGy）および比較的高い線量（>200 mGy）いずれの被爆者集団においても、非被曝対照集団と比較して胸腺の退縮がより進行している所見が得られた。性差は剖検時 60 歳未満の対象者に限定した場合には、男性よりも女性での退縮が遅かったが、全対象者で検討すると差は認められなかった。つまり、60 歳以上の調査対象者では男女共、退縮は同程度にまで進行するということである。

これらの結果から、比較的低い線量の放射線被曝であっても胸腺の加齢退縮は促進され、T 細胞産生が被曝後長期にわたって損なわれている可能性が示唆された。

### 今回の調査の意義

放射線影響研究所で長期にわたって保存してきた病理解剖組織標本が、放射線被曝と加齢による組織学的変化を検討するために有効であった。また、放射線被曝が T 細胞免疫系の構成に中枢的な役割を果たしている胸腺に影響を与えている可能性が示唆された。しかしながら、死亡後に採取され保存された組織についての限られたサンプル数による調査であるために、死因などによるバイアスがあるかもしれない。従って低線量被曝の影響についてはその点を考慮することが重要である。今回の調査結果に基づき、通常に加齢ならびに放射線治療など原爆以外の放射線被曝によるヒト胸腺機能変化の予測が可能である。

放射線影響研究所は、広島・長崎の原爆被爆者および被爆二世を 70 年近くにわたり調査してきた。その研究成果は、国連原子放射線影響科学委員会（UNSCEAR）の放射線リスク評価や国際放射線防護委員会（ICRP）の放射線防護基準に関する勧告の主要な科学的根拠とされている。被爆者および被爆二世の調査協力に深甚なる謝意を表明する。

§ *Radiation Research* 誌は、放射線影響学会（Radiation Research Society）の公式月刊査読学術誌であり、物理学、化学、生物学、医学の領域における放射線影響および関連する課題の原著と総説を掲載している。（2015年のインパクト・ファクター：3.022）

