

4章 長崎原爆と癌

井関 充及, 岸川 正大, 西村 美香

放射線誘発癌は、原爆の後遺症（原爆後障害症、放射線遅発性障害）として最も重要な問題であり、今日まで多くの研究者により疫学的、臨床病理的な検討、解析がなされてきた。特に ABCC（原爆傷害調査委員会、現；放射線影響研究所）と国立予防衛生研究所とによって、1950年10月の国勢調査を基に広島・長崎市内の居住者から抽出設定された約109,000人の拡大寿命調査集団（LSSE）を用いた研究は注目に値する。それによると、1950年から1978年のLSSEを用いた疫学調査では、被爆者に白血病、形質細胞腫、食道癌、胃癌、結腸癌、肺癌、甲状腺癌、乳癌、尿路系の癌死亡率が高いとの報告がみられる（Kato, 1986年）。また1976年～1977年における剖検例での調査では、全国での総解剖数における悪性腫瘍の占める割合は57%であったが、長崎は長崎地区における総解剖数の67.7%が悪性腫瘍であり、約10%高く（岸川、西森、1980年）、1979年における癌の年齢訂正罹患率も、長崎が他の地域に比べ高かった（Ikeda et al., 1986年）との報告も見られる。

放射線誘発癌の判定基準として Cahan（1948年）の報告があるが、その中で被曝と癌の間に潜伏期が存在することを挙げている。原爆被爆にともなう放射線の遅発性障害としての癌発生時期が問題となってくる。また被曝線量と被曝時年齢も放射線誘発癌発生に大きく作用する因子となることが報告されている（Doll, 1980年）。したがって、被爆者の発癌に関する研究は潜伏期、被曝線量、被曝時年齢等について各臓器で検討されてきた。以下、主なる臓器別悪性腫瘍における長崎原爆との関係について述べる。

1節 血液・造血器系悪性腫瘍

血液・造血器系組織は放射線感受性が強く、放射線遅発障害としての白血病は重要な問題である。1946年～1977年の32年間の長崎市内の病院や施設での

解剖例で検討が行われている(岸川, 西森, 1980年)。1960年までは白血病の解剖数が多かったが, 1961年~1965年では白血病3.3%, 悪性リンパ腫3.8%となり逆転している。それ以降は悪性リンパ腫が多くなっており1976年代では悪性リンパ腫6.5%, 白血病2.4%となっている(図1)。また全国におけるそれぞれの頻度は悪性リンパ腫2.9%, 白血病4.5%で, 長崎地区は全国のそれに比べ悪性リンパ腫で2.2倍と高い値を示している。しかし九州地区全域で悪性リンパ腫の発生頻度が高く, 被爆との相関について結論づけるには慎重を要する。白血病の被爆状況別の検索では, 2 km以内の近距離被爆者が1946年~1950年は27.3%, 1951年~1955年は25.8%と, この2時期で白血病が高い発生頻度を示していた。被爆時年齢および年代別の検索では白血病は1960年頃までは20歳代, 30歳代までの症例が多く, 若年被爆者に白血病が多かった(図1)。

1950年~1978年の長崎, 広島での白血病の検討がなされている(Ichimaru et al., 1986年)。それによると被爆者の白血病は1951年に最も多く発生し, 以後少

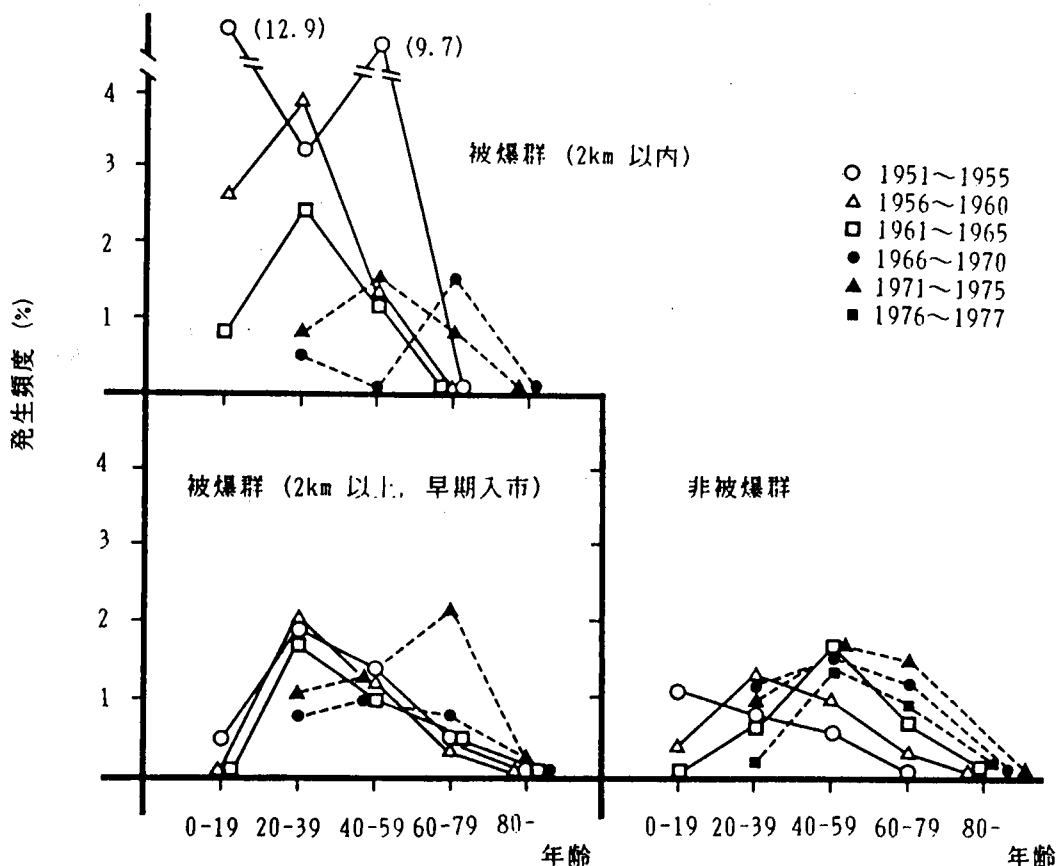


図1 各年代, 年齢別白血病発生頻度 (岸川ら, 1980年)

しずつではあるが減少してる(図2)。白血病は原爆被爆時年齢が若いほど早期に発症している。しかし胎内被爆児および被爆者2世に白血病発生の危険率の増加はみられていない。また広島、長崎の両市において被曝線量の増加にともない白血病の発生頻度が高くなっている(図3)。病型別にみると、急性骨髄性白血病は被爆時年齢が高くなるに従い発生頻度が高くなっている。しかし慢性骨髄性白血病や急性リンパ球性白血病では急性骨髄性白血病に比べ、より被爆時年齢が若い層に発生頻度が高いようである。長崎は広島に比べ慢性骨髄性白血病の発生頻度が低いとされている。この理由として以前は、長崎原爆は広島に比べ中性子線量が低いことによるとされてきた。しかし最近の線量再評価によると、両市間の中性子線量は以前いわれていた程の差異はみられない。

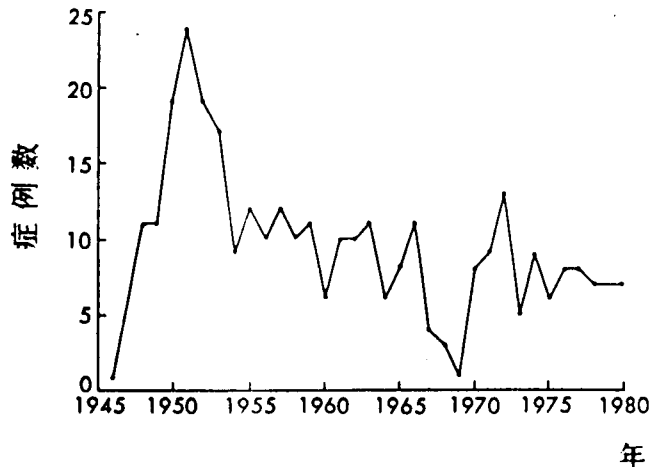


図2 近距離被爆者(2 km以内)の白血病患者数
(市丸ら, 1986年)

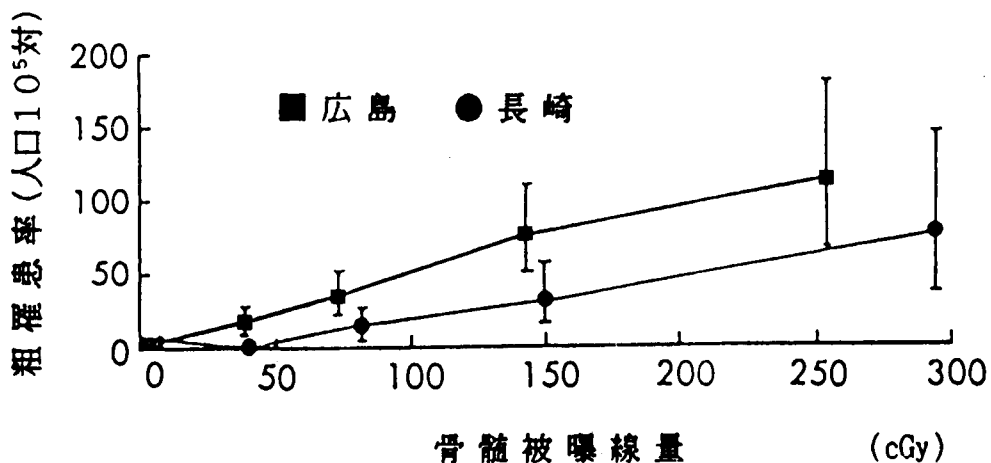


図3 白血病の被曝線量による粗罹患率(1950-78)
(市丸ら, 1986年, から改変)

多発骨髄腫についても高線量被曝者に有意に発生頻度が高いことが報告されている。

2 節 胃 癌

1950年～1977年での胃癌の検討がなされている (Yamamoto et al., 1986年)。それによると胃癌の発生率は被曝線量と相関し、また被曝時年齢が、30歳以下の者に高頻度に見られている (表1)。胃癌の組織型では、被曝線量が200 cGy 以上の被曝者に低分化腺癌が多い傾向が見られている。

表1 胃癌：被曝時年齢、被曝線量による相対危険度 (1950-77)
(山本ら, 1986年)

被曝時年齢	T65D in cGy				
	0	1-49	50-99	100-199	200+
0-9	1.0	0.7	0.6	1.1	4.2*
10-19	1.0	1.3	2.2	2.6	3.8***
20-19	1.0	1.1	1.5	1.4	2.2***
30-39	1.0	0.9	0.8	1.0	1.4
40-49	1.0	1.0	1.9	1.1	1.4*
50+	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

長崎市において1973年～1977年の5年間で生検、手術後病理診断、死亡診断書、臨床診断について、胃癌の罹患率について検索が行われている。被曝者と非被曝者間に胃癌罹患率に有意差はみられていない。しかし50歳未満の若い年齢層で、2 km以遠の被曝者に対する2 kmの被曝者の補正相対危険度は、男性1.45、女性1.53と2 km以内の近距離被曝者に有意に高い値を示している。このことから、2 km以内の近距離被曝者の罹患率が高い傾向にあったとしている。若年被曝者に胃癌罹患率が高いようである。また胃癌の発生部位と組織型については被曝者と非被曝者間に明らかな差異を認めていない。

3 節 大 腸 癌

大腸癌に関しては、1950年～1980年での検討が行われた (Nakatsuka, Ezaki, 1986年)。大腸癌は直腸を除けば、被曝線量と癌発生頻度は正の相関を示してお

り、100cGy以上の被曝線量および被曝時年齢が20歳以下の被爆者に結腸癌の発生頻度が高い(図4)。またS状結腸では放射線照射と癌発生に有意の関連性があるとされている。一方、長崎市における1973年～1977年の疫学調査では、結腸癌の罹患率は被爆者と非被爆者の間に有意差は認めなかった(Ikeda et al., 1986年)。また組織型は大部分が比較的分化した腺癌であったが、被曝との相関はみられていない。

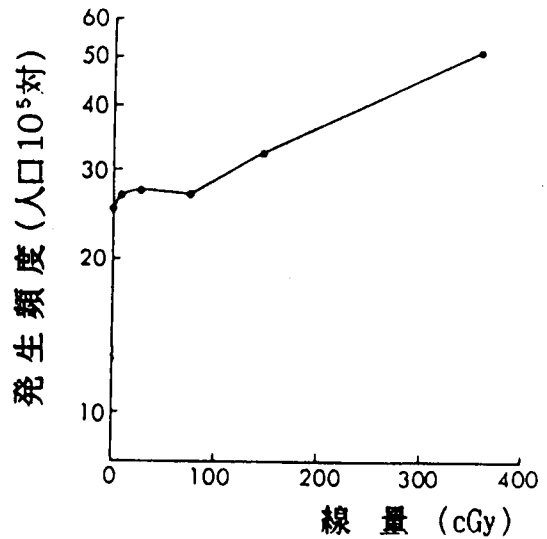


図4 大腸癌の被曝線量による発生頻度 (1950-80)
(中塚ら, 1986年, から改変)

4節 肺 癌

肺癌と放射線の相関については現在まで数多くの報告がみられる。1950年～1980年の長崎, 広島での肺癌について検討が行われている(Yamamoto et al., 1986年)。被曝線量100cGy以上の被爆者は相対危険度が2.0以上で, 非被爆者に比べ肺癌罹患率が有意に高かった。特に200cGy以上の被爆者や, 被曝時年齢が20～29歳の被爆者に発生頻度が高いようである。組織型では100cGy以上の被爆者に小細胞癌の発生頻度が有意に高かった。

長崎市の1973年～1977年における疫学調査(井手ら, 1984年)では, 肺癌の罹患率が検討されている。それによると2 km以内被爆者の非被爆者に対する比較危険度は, 男1.17, 女1.27であった。しかし症例数が少なく統計学的に考察するまでは至っていない。組織型では被爆者, 非被爆者ともに腺癌, 扁平上皮癌, 大細胞癌の順に多かった。男性では被爆者に腺癌が多く, 女性では被爆者に腺癌が少ない傾向にあった。しかし被爆者と非被爆者の間に統計学的有意差はみられていない。

5節 甲状腺癌

放射線と甲状腺癌の関連性を述べた報告は多い。1960年代における放射線影

響研究所の調査では、甲状腺癌の発生率が被爆者に高く、特に1,500m以内での被爆者に著しく高い発生率をみた (Kato, 1986年)。広島における1958年～1979年の甲状腺癌の臨床病理学的な検討がなされている (Ezaki et al., 1986年)。その結果、照射線量が大きいほど甲状腺癌の罹患率が高くなり、その傾向は若年被爆者の女性に顕著であった。また潜在癌についても検討しており、50cGy以上の被爆者では、剖検時に潜在癌がみられる頻度が非被爆者に比べ有意に高かった。1973年～1977年における長崎市での甲状腺癌の罹患率についての検討がある (重橋ら, 1984年)。それによると女性の罹患率は男性の約3.8倍と高く、また男女ともに被爆者の罹患率が高い傾向にあった。なかでも2 km以内の近距離被爆者の罹患率が最も高く、甲状腺癌罹患率に被曝線量依存性があることを示していた。しかし早期入市群では被曝の影響はなかった。また組織型では被爆者に乳頭癌が多くみられている。ただし、組織型については被爆者に硬癌が多いとの報告もみられるので、この点は今後の検討課題でもある。

6 節 乳 癌

長崎、広島を合わせた1950年～1980年に亘る検討がなされている (Tokunaga et al., 1986年)。それによると、被曝線量と乳癌発生頻度は直線的相関関係にあり、これは50 cGy以下の線量についても同様であった(図6)。また被曝時年齢が若い程、乳癌罹患のリスクが大きいとされている。放射線誘発癌の組織型では特異性は認められていない。

7 節 婦人科領域悪性腫瘍

1946年～1977年までの32年間に長崎市の主要な病院および施設での剖検例と生検・手術材料

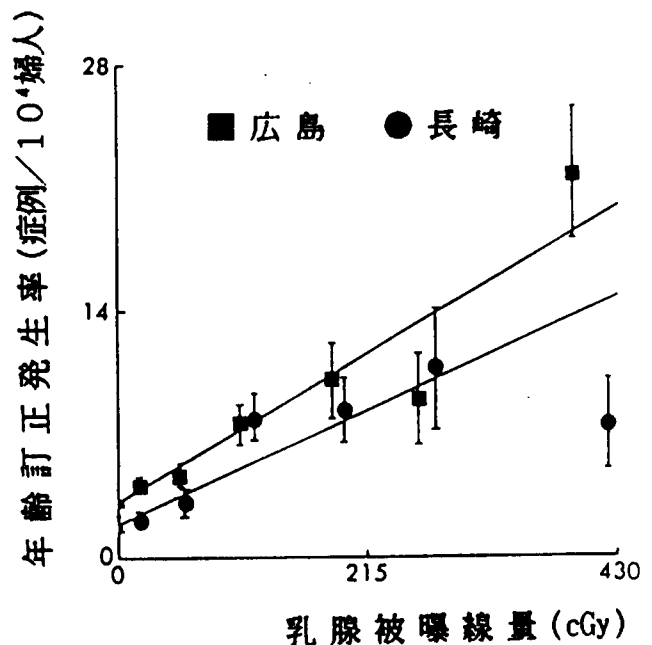


図5 乳癌の被曝線量による発生頻度 (1950—80)
(徳永ら, 1986年, から改変)

で検討がされた(岸川ら, 1983年)。2 km以内の被爆者283例のうち、子宮の悪性腫瘍は5.3%で、非被爆者の7.2%より低い値であった。一方、生検・手術材料では2 km以内の被爆者77例のうち子宮悪性腫瘍は3例(3.9%)で非被爆者の14.3%を大きく下回っていた。組織型では剖検例、生検・手術材料で被爆者、非被爆者ともに扁平上皮癌が多く両者間に有意な差はみられていない。卵巣の悪性腫瘍は剖検例、生検・手術材料では被爆者、非被爆者ともに例数が少なく、被爆者では1 km以内3例、1～2 kmでは5例で腺癌が大部分であった。被爆との相関を検討するには症例数が少なすぎて、統計学的な結論までには至らなかった。死亡時年齢は被爆者と非被爆者間に有意差はみられていない。

一方、1950～1980年の長崎、広島を合わせた放影研の固定集団での検討によると、卵巣癌の罹患率は被爆線量と相関し統計学的に有意に高い値であった(Tokuoka, 1986年)。また20歳以下での被爆者は卵巣癌発生頻度が高く、それ以上の年齢群に比べ潜伏期間が最も長かった。

8節 脳腫瘍

1946年～1977年までの32年間の脳腫瘍について、長崎市の主要な病院および施設での剖検例と生検・手術材料を用いて検討した(岸川ら, 1982年)。戦後、長崎での脳腫瘍の解剖は、1949年にはじめて行われ、その症例は3.6 kmで被爆した17歳の男性であった。被爆状況別による検討では、1 km以内の近距離被爆者には全く脳腫瘍を認めなかった。1 km～2 kmでの被爆者は0.8%で、非被爆者の2.2%に比べ少なかった。1973年から1975年の3年間での手術材料は59例であったが、1～2 km以内の近距離被爆者に見られなかったことは興味ある結果であった。すなわち、非被爆者が近距離被爆者に比べ脳腫瘍の発生頻度が高いと結論を下すことはできないが、すくなくとも近距離被爆者に脳腫瘍の発生頻度が高いということはないと結論出来る。組織型においても非被爆者、被爆者間に有意差をみていない。

9節 前立腺癌

1946年～1983年の長崎市内の剖検例と、1973年～1983年の長崎腫瘍組織登録委員会収録生検・手術材料を用いて検討がされている(川瀬ら, 1986年)。剖検

例において2 km以内の被爆者では非被爆者(1.1%)に比べて2.4%と、明らかに前立腺癌の出現頻度が高く相対危険度は2.20であった。これは必ずしも前立腺癌が放射線と関連性があるとは断言出来ないものの、興味ある結果である。一方、生検・手術材料では2 km以内の被爆者は24.2%で、非被爆者は21.4%で両者間に有意差はみられなかった。しかし、この生検・手術材料は組織登録における腫瘍および腫瘍様病変を母集団としており、剖検例とは検索対象の意義が異なるので同等には論じられない。

10節 膵臓悪性腫瘍

1973年～1982年の10年間に、膵臓癌として登録された長崎市の症例についての検討がある(井関ら, 1988年)。罹患率に関してみると、非被爆者を基準とした被爆者の年齢訂正相対危険度は、男性で0.79, 女性で1.40であった。女性において被爆者の罹患率は非被爆者に比べ、統計学的に有意に高い値が得られた。被爆者、非被爆者ともに膵臓癌発生年齢は60歳代で、両者間に有意差はみられなかった。また20歳以下の若年時被爆者の発生年齢は、非被爆者との間に有意差はみられなかった。組織型は非被爆者、被爆者ともに腺癌が圧倒的に多く両者間に有意差はみられなかった。

11節 重複癌

1946年～1977年の長崎市内の剖検例を用いて、Warren and Gates (1972年)の基準に基づいた重複癌について検討がされた(宮崎ら, 1980年)。重複癌の発生頻度は諸家の報告によると1～2%である。長崎での発生頻度は悪性腫瘍の中で2.48%とやや高値を示した。また被爆状況による解析では、1 km以内の近距離被爆者の発生率は、非被爆者の1.8倍と有意に高い値であった。重複癌は胃癌および甲状腺癌と他の癌の組合せが多かった。また1973年～1977年に長崎市腫瘍登録委員会に登録された中から、組織診断のついた症例について検討がされている(村瀬ら, 1984年)。それによると重複癌の粗罹患率は非被爆者に比べ、被爆者に高い傾向を認めたが、しかし統計学的には有意差を認めなかった。

12節 まとめ

原爆被爆に伴う癌発生頻度は、臓器により違いがみられる。しかし被爆者、とくに近距離被爆者は非被爆者に比べ癌発生頻度が有意に高くみられている。一方、早期入市者および2 km以上の被爆者に、放射線誘発癌が生じる可能性に関しては否定的な報告が多い。

若年時被爆者も統計学的に有意に癌の罹患率が高いようである。被爆者の悪性腫瘍発生年齢からみると、白血病と他の癌では潜伏期が異なっていた。白血病では市丸ら(1986年)の報告にあるように、若年時での被爆者は5年以内という短期間の潜伏期間で発症している。一方、加藤ら(1986年)の報告にもあるように、白血病以外の悪性腫瘍においては若年時被爆者の放射線誘発癌は、一般的な癌好発年齢になって発症し、潜伏期が長いことが考えられた。

原爆投下より40数年を経ようとする今日、若年時被爆者が癌好発年齢に達している。かつて原爆被爆との関係が否定的であった臓器や、あるいは今までに報告された事がなかった臓器における放射線誘発癌の報告も散見される。今後さらに追跡研究を継続することが必要であろう。

参 考 文 献

1. Kato H. : Cancer Mortality. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.53, 1986.
2. 岸川正大, 西森一正 : 長崎の原爆被爆者剖検例にみる主病変の動態
長崎医学会雑誌 55 : 232, 1980.
3. Ikeda T, Hayashi I, Matsuo T, Maeda H, Shimokawa I, : The cancer registry in Nagasaki city, with atomic bomb survivor data, 1973-1977.
In Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.41, 1986.
4. Cahan WG, Woodard HQ, Higinbotham NL, Stewart FW, Coley BL, : Sarcoma arising in irradiated bone. *Cancer* 1 : 3, 1948.
5. Doll R. : Radiation hazards : 25 years of collaborative research.
Br J Radiol 57 : 179, 1980.
6. Ichimaru M, Ohkita T, Ishimaru T. : Leukemia, multiple myeloma, and malignant lymphoma. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.113, 1986.

7. Yamamoto T, Nishimori I, Tahara E, Sekine I. : Malignant tumors in atomic bomb survivors with special reference to the pathology of stomach and lung cancer. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.143, 1986.
8. 岩崎啓介, 川元健二, 川下 功, 松尾 武, 池田高良 : 長崎市における胃癌の疫学的研究—とくに原爆被爆との関係について—. *癌の臨床* 30 : 1746, 1984.
9. Nakatsuka H, Ezaki H, : Colorectal cancer among atomic bomb survivors. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.155, 1986.
10. 井手政利, 松尾 武, 下川 功, 峰 豊, 前田 公, 池田高良 : 長崎市における肺癌の疫学—とくに原爆被爆との関連について—. *癌の臨床* 30 : 334, 1984.
11. Ezaki H, Ishimaru T, Hayashi Y, Takeichi N. : Cancer of the thyroid and salivary glands. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies. Tokyo, p.129, 1986.
12. 重橋 亨, 松尾 武, 川下 功, 和合正邦, 池田高良 : 長崎市における甲状腺癌の疫学像—罹患率と組織型, とくに原爆被爆との関連について—. *癌の臨床* 30 : 459, 1984.
13. Tokunaga M, Tokuoka S, Land CE, : Breast cancer in atomic bomb survivor. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.167, 1986.
14. 岸川正大, 井関充及, 伊東正博, 他 : 長崎地区原爆被爆者の婦人科領域悪性腫瘍に関する病理学的検討. 第23回原子爆弾後障害研究会講演集, p.119, 1983.
15. Tokuoka S. : Ovarian neoplasms in atomic bomb survivors. *In* Shigematsu T and Kagan A (ed.) *Cancer in Atomic Bomb Survivors*. Japan Scientific Societies, Tokyo, p.179, 1986.
16. 岸川正大, 湯下芳明, 戸田隆義, 他 : 長崎地区原爆被爆者の脳腫瘍に関する病理学的検討. *広島医学* 35 : 428, 1982.
17. 川瀬義久, 池山美香, 井関充及, 岸川正大, 西森一正, 近藤久義 : 長崎地区原爆被爆者の前立腺腫瘍に関する臨床病理学的検討. *長崎医学会雑誌* 61 : 330, 1986.
18. 井関充及, 岸川正大, 松本美香, 池田高良, 近藤久義, 三根真理子 : 長崎地区原爆被爆者の膀胱悪性腫瘍に関する病理学的研究. *広島医学* 41 : 410, 1988.
19. Warren S, Gates O, : Multiple Primary Malignant Tumors. A Study of the Literature and Statistical Study. *Am J Cancer* 16 : 1358, 1932.
20. 宮崎純一, 滝口健郎, 荒木潤, 他 : 長崎市における原爆被爆者の悪性腫瘍特に重複癌について—剖検例による検討—. *広島医学* 33 : 298, 1980.
21. 村瀬邦彦, 下川功, 林田正文, 松尾武, 池田高良 : 長崎市における重複がんの疫学像—とくに罹患率と原爆の関係について—. *癌の臨床* 30 : 817, 1984.