

3章 長崎原爆の後遺症

岸川 正大

原爆投下の年が過ぎ、翌1946年には急性期の症状は出尽くして、障害はおさまりつつあるかのように見えた。しかし、急性期に受けた外傷や、熱傷などはその瘢痕を含めて種々の機能障害を残すことになり、しかもその障害は半世紀になろうとしている現在にまで及んでいるものもある。このような急性期を過ぎてもなお障害が残っているものは後遺症と呼ばれる。さらには次章で述べられる癌の発生なども包括して、通常「原爆後障害症」とも呼ばれている。

ここでは原爆との因果関係が強いとされるケロイドや白内障について述べ、さらには女性に於ける後遺症、胎内被爆者の小頭症について述べる。また、原爆との因果関係や、その変化の意味が必ずしも明らかとはなっていないものも含めて、非常に関心が高いと思われる疾患、例えば血液疾患（白血病を除く）、染色体の異常、遺伝的影響、老化の問題についても簡単にとりあげることにする。なお種々の癌も原爆後障害症の範疇として扱われるが、これについては次章（4章）で取り上げることにする。

1節 ケロイド

ケロイドとは熱傷の部位が修復するとき、そこに形成される瘢痕組織が異常に増生して、あたかも蟹の甲と脚をはりつけたような、奇異な隆起を示す状態を言う。その発症時期や頻度を見る場合は、肥厚生瘢痕との違いを明確にし、その診断基準を一定にしておく必要がある。長崎の場合はその隆起が3mm以上をケロイドとし、それ以下を肥厚性瘢痕と定義して検討されている（調、手塚、1959年）。その発症は、熱傷が比較的治ったかのようにみえた頃の1945年10月～11月をピークに現れてきた。そのほとんどが、2km以内または2.5km以内で被爆した人に現れた（表1）。調（1946年8月、調査）によると男性より女性のほうがやや高い頻度を示した（男：62.0%、女：74%）。そして被爆後6ヶ月後～1

表1 被爆距離別症例数

(1946年8月～9月：長崎)

被爆距離	ケロイドの症例数
～1.0km	7
1.1～1.5	26
1.6～2.0	88
2.1～2.5	30
2.6～3.0	4
3.1～	1
計	156

(調, 手塚, 1959年より改変)

表2 ケロイドの損傷別発生頻度

(1946年8月：長崎)

	調査数	ケロイド例数	%
熱傷	158	106	67.1
外傷	114	24	21.0

(調, 手塚, 1959年より改変)

表3 部位別ケロイド発生頻度

(1946年8月～9月：長崎)

部 位	件 数	%
頭, 顔	38	9.1
頸	26	6.2
胸	29	6.9
肩	47	11.2
上 腕	66	15.7
前 腕	85	20.2
手	21	5.0
腰 背	16	3.9
大 腿	17	4.0
下 腿	32	7.6
足	43	10.2
計(全156症例)	420	100.0

(調, 手塚, 1959年より改変)

年2ヶ月に最もその隆起症状が著明となるも、2年後の追跡調査では大部分が改善され、大きさも縮小していた。1948年の調査では男性のほうが女性に比し治癒率が高かった(治癒ないし縮小は男：81%，女：76%)。上述した如くケロイドは、主として熱傷瘢痕部に起こった(表2)が、部位別に見ると発生頻度は前腕が最も高く、上腕、肩、足、顔、下腿、胸部の順であった(表3)。その治り方を部位別に見てみると、手、腰背部、大腿、下腿の治癒率が高く、胸や頭、肩、足が最も治りが遅かった。耳の近傍や下顎にできたケロイドは治り方が悪く、被爆後3年近くも縮小せずに残っていたものは、その殆どがこれらの部位であった。いずれにせよ被爆者にみるケロイドは、年月を経ると共に自然に退縮・治癒する傾向があり、この点が通常のケロイドと原爆ケロイドとの相違点でもあった。

組織学的には通常の肉芽組織と違って、幅の広い線維束が目だった。ケロイドの初期の変化は細小血管の増生とその周囲に線維性結合織が束状に増生した像がみられた。ケロイドの紅い色調はこのような血管増生と動脈性充血の為と考えられる。またこの病変の表面を覆う重層扁平上皮には、その核周囲の変性像が見られたことより、ケロ

イドを基盤に将来的には皮膚癌あるいは肉腫の発生を危惧する向きがあった（玉川，文献2，注1）。40数年経た近年，被爆者の熱傷瘢痕部に皮膚癌が発生した症例が報告され，放射線被曝との関連性を考察した論文も見られる（貞森ら，1988年）。

2節 白内障

目の水晶体は放射線に対して影響を受けやすい組織のひとつであり，放射線照射により白内障が出現する事は以前から知られていた。その為に被爆後早くから眼科的に注目され，原爆白内障は原爆後遺症のなかで比較的早期より認められた疾患で，長崎では1949年6月に見いだされた（広瀬，藤野，1950年）。ただしその症例は被爆（750m）当時13歳の男子で，被爆後10ヶ月頃から視力低下に気付いていた。そして被爆後2年3ヶ月してから専門医に診察を受け，白内障の初期と言われたと記載されている（広瀬，藤野，1950年）。すなわち，この症例からすると，早い人ではすでに被爆後10ヶ月で発症していたと考えられる。

1953年～1956年に行われた長崎の被爆者1,600人に関する調査で，原爆白内障における水晶体の変化の特徴を以下のようにしている。一般の放射線照射による水晶体障害として特有な変化である「分割帯の点状混濁」，「後被膜下の凝灰岩様混濁」と，放射線以外の各種白内障にも見られる「皮質内の空胞」，非被爆者にも生理的な変化として見られる「後被膜下斑点状混濁」の4点である（徳永，1959年）。

白内障の程度と頻度は被曝線量（表4），あるいは被爆距離と密接な関係があ

表4 推定被曝線量と被爆状況および後極部水晶体混濁発現頻度（長崎）

推定線数(cGy)	第1群	第2群	混濁例/検査例(%)
0～49	17.4%	5.3%	5/42(11.9)
50～99	22.2	31.3	9/34(26.5)
100～199	56.5	41.9	26/54(48.1)
200～499	58.1	42.9	21/38(55.3)
500以上	90.0	—	9/10(90.0)
計	48/105(45.7)	22/73(30.1)	70/178(39.3)

第1群：2.0km以内の被爆者で，急性放射能症状を呈した者

第2群：2.0km以内の被爆者で，急性放射能症状を呈しなかった者（広瀬，岡本，1961年）

り、また被爆時の年齢とも相関した。徳永(1959年)によると、1.8km以内の被爆者の発生率は57.4%で、原爆白内障の起こる被爆距離の上限はほぼこれくらいであろうとしている。一般に放射線障害による白内障は、長い時間をかけてゆっくりと進行し、ある時期で停止性になると考えられている。一方、原爆白内障の経過を長期間追跡してみると、症例によっては水晶体混濁が増強するものもあるし、また別の症例では逆に減弱するものもあった。混濁の増強により視力が高度に障害され、日常生活にも支障を来すようになれば、一般の老人性白内障と同じように水晶体摘出術を行えばよい。

病理組織学的には臨床像とよく一致して、水晶体の後被膜下皮質に強い変化が認められた。

3 節 女性に於ける後遺症

放射線感受性が高い組織としては、リンパ球、幼若な血液細胞や造血組織および腸粘膜上皮、睪丸精祖細胞、卵巢卵母細胞などが良く知られている。女性の場合、被爆直後に目立った訴えは生理不順等の異常であり、被爆距離とその異常の頻度との間には密接な関係が見られた(表5)。被爆後半年を過ぎた頃には異常者の大半が正常にもどり、慢性的な卵巢機能障害は残さなかった。なお初潮の招来時期には被爆者と非被爆者との間に差はなかった(三谷, 1956年, 文献2, 注2)。

妊娠分娩経過の異常は長崎の流早死産率が25.4%で、当時の全国平均が約10%であったところから異常率が高かったことがわかる(表6)。しかし妊娠能

表5 月経異常 (1945年11月1日~20日調査, 貝田ら:長崎)

被爆距離(km)	検査数	月経異常数	1ヶ月以上無月経数
0~0.9	11	11(100.0%)	9 (81.8%)
0.9~1.8	80	70 (87.5%)	60 (75.0%)
1.8~2.9	50	33 (66.0%)	31 (62.0%)
2.9~3.9	83	41 (49.4%)	27 (32.5%)
3.9~	102	26 (25.5%)	18 (17.6%)
計	326	181 (55.5%)	145 (44.5%)

(Oughterson & Warren, 1956年, p. 162より引用改変)

表6 被爆距離と妊娠分娩経過 (1945年11月1日～20日調査, 貝田ら:長崎)

被爆距離(km)	妊婦数	流死産(%)	早産(%)	異常妊娠終結(%)
0～0.9	5	5(100.0)	0	5(100.0)
0.9～1.8	14	8(57.1)	6(42.9)	14(100.0)
1.8～2.9	20	14(70.0)	1(5.0)	15(75.0)
2.9～3.9	35	3(8.6)	0	3(8.6)
3.9～	103	3(2.9)	5(4.9)	8(7.8)
計	177	33(18.6)	12(6.8)	45(25.4)

(Oughterson & Warren, 1956年, p. 163より引用改変)

力それ自体には異常は認めなかった。

4節 胎内被爆および小頭症

(1) 胎内被爆

被爆当時の胎内被爆児の数は、その正確な資料は全くない。1960年の国勢調査時にA B C C (原爆傷害調査委員会, 現;放射線影響研究所:RERF)が平行して行った調査では、その時点での長崎市における胎内被爆者は1,562人生存していた。放射線感受性という観点からすると、幼若で増生能の強い細胞や組織が原爆に対しても強い影響を受けたことから、胎児期の被爆がその固体になんらかの影響をおよぼしたかもしれない事は容易に想像出来る。被爆時に妊娠していた婦人で、2.0km以内で被爆した98人と、対象者113人についての調査では、急性放射能症状があった場合が妊娠経過中の流産や死産の頻度が高く、胎児の

表7 被爆妊娠婦人における胎児死亡率 (長崎)

被爆状況	受胎数	流産	死産	胎児死亡(%)
0～2.0km 放射能症(+)	30	3	4	23.3
0～2.0km 放射能症(-)	68	1	2	4.4
4.0～5.0km 対 照	113	2	1	2.7

(Yamazaki et al., 1954年)

表 8 胎内被爆児の新生児期・乳児期死亡率 (長崎)

被爆状況	母親	新生児期死亡	乳児期死亡	死亡率(%)
0~2.0km 放射能症(+)	23	3	3	26.1
0~2.0km 放射能症(-)	65	3	0	4.6
4.0~5.0km 対 照	110	1	3	3.6

(Yamazaki et al., 1954年)

表 9 胎内被爆児の小児期罹病率 (長崎)

被爆状況	母親	精薄児	生後1年の健康児	精薄児発現率(%)
0~2.0km 放射能症(+)	16	4	12	25.0
0~2.0km 放射能症(-)	60	1	59	1.6
4.0~5.0km 対 照	106	0	106	0

(Yamazaki et al., 1954年)

死亡率や、新生児あるいは乳児死亡率も高度であった(表7, 8)。また急性の放射能症状を呈した母親からの出生児16人中、4名が知能障害を示していた(表9)。このように母子ともに強い障害を受けたことが分かる。

(2) 小頭症

頭囲(頭の周囲の長さ)が、同じ年齢の平均頭囲に比し、標準偏差の2倍以上も小さい場合を小頭症と言う。勿論その知能に関しては通常の発育を示す人もある事は事実であるが、しばしば知能発育障害を伴うことが知られている。その小頭症は胎内被爆の最も特筆すべき後遺症のひとつである。長崎では15例が知られており、そのうち4例に知能発育障害が見られた(表10)。18週未満の胎齢で被爆した場合の発症頻度が高かった。16歳で死亡した長崎の重度小頭症の例は解剖がなされた。その所見としては、身体の発育が著明に遅延し、小頭蓋で、大脳は小さかった(840g)。側脳室近傍における異所性灰白質の存在や乳頭体欠損が見られ、また脳以外では小眼球、黄斑部欠損、先天性白内障、潜在性二分脊椎、骨の発育遅延も見られた(横田ら, 1963年; 大津留, 1968年)。

表10 小頭症と被曝線量の関係(長崎)

被曝線量(cGy)	胎齡18週未満	胎齡18週以上
0～9	0/1	0/9
10～19	0/7	0/6
20～29	0/5	2/7
30～39	2/4	0/6
40～49	0/6	0/3
50～99	0/9	0/11
100～149	0/2	1/5
150～	8(3)/9	2(1)/9
対 照	10/246	
胎内被曝計	10(3)/ 423 43	5(1)/56

()は知能発育障害の例数 (Miller & Blot, 1972年より改変)

5 節 その他の後遺症との関連

(1) 血液疾患 (白血病を除く)

前章(2章)で述べた如く急性期の造血臓器障害は死に至らしめる程の高度の障害であったが、被曝後約1年を経過した頃までにはどうにか回復したと考えられる。ところが被曝線量、熱傷やその他の合併症の有無や重度には、個人差があるし、造血臓器の機能も回復が遅延する症例もあったものと思われる。

1946年8月～1956年2月に5回にわたって調査(朝長, 1957年)された結果によると、1953年までは被曝者の末梢血における貧血と好酸球増加が高率に見られた。1956年では末梢血においては差を認めなかったが、骨髓検査では近距離被曝者に顆粒球系や巨核球に成熟抑制の傾向が見られた。一方、真性多血症、骨髓線維症、再生不良性貧血に関し、長崎の被曝者における検索もなされているが、いずれも被曝との密接な関連性は得られていない。このような被曝者定期検診は現在も継続されているが、今のところ被曝者に於ける異常なデータは得られていない。

(2) 染色体の異常

数十年経た時点でも被曝者においては、非被曝者に見られるよりも高い頻度で、末梢血リンパ球の染色体に異常が見られる事が知られている(Bloom et al., 1966年, 1967年, Awa et al., 1978年; 表11)。また、被曝後30年経た時点で、健

**表11 長崎原爆被爆者の末梢血リンパ球における
染色体異常の頻度と推定線量との関係**

線 量(cGy)	検索例数	観察細胞数	異常細胞頻度
対 照 群	156	14748	0.87%
1～99	57	5472	1.41
100～199	62	5727	1.27
200～299	58	5443	2.15
300～399	30	2753	3.01
400～499	24	2312	6.36
500 以上	16	1566	12.52

(Awa et, al., 1978年より改変)

**表12 長崎原爆被爆者の骨髓細胞に見られる
染色体異常**

被 爆 距 離	検索例数	観察細胞数	異常細胞頻度
～1.0km	15	872	1.4%
1.0～2.5	15	981	0.5
2.5～	15	871	0.1
対照群	15	858	0.2

(朝長, 1976年より改変)

常生活者の骨髓細胞における染色体異常の頻度を調べた報告では、1 km以内の近距離被爆群が対照群に比し有意に高かった(表12)。その中で1 kmにて被爆(推定被曝線量477cGy)し、脱毛、下痢、皮下出血などの急性症状を呈した48歳(検査時年齢)の女性は、18%の染色体異常を有した。また本人の末梢血リンパ球にも約20%の染色体異常を有していた。そこで家族の協力のもと、同様の方法で末梢血リンパ球の染色体異常の頻度を検索したところ、夫(3.0kmで被爆)と30歳の長男(胎内被爆、小頭症)は0%であった。さらに、被爆2世である28歳の次男、および25歳の三男は両者とも異常を見い出せなかった(朝長, 1976年)。

一方、38例の胎内被爆者(母親の推定線量が100cGy以上)と、対照48例を比較した報告によると、前者の末梢血リンパ球の染色体異常の頻度は統計学的に有意に高かったとしている(Bloom et al., 1968年)。また、母親の被曝線量が17～535cGyの10名の胎内被爆者と母親の被曝線量が0cGyの10名の胎内被爆者で、被曝後約40年目にその末梢血リンパ球の染色体異常を検索した結果では、

前者に4.92%、後者では1.26%に異常を見いだした（伊藤，本田，1986年）。

被爆後約半世紀を迎える今日でも、なおこのような細胞の染色体異常の頻度が高いということは注目に値する。しかし実際は、現在健常者として日常を送っている被爆者にとって、このような染色体異常が如何なる意味を有するのかは全く分かっていない。今のところ特定の疾患や、後障害の症状との特異的な相関はない。このような染色体異常の存在が未来にわたっても、如何なる疾患とも関係がないのかどうかは不明であり、直接被爆者、胎内被爆者、被爆2世、3世を含めた詳細な追跡調査が望まれる。

(3) 遺伝的影響

シヨウジョウバエにX線を照射すると、その子孫に異常が生じることが報告（Muller, 1927年）され、放射線照射が遺伝に大きな影響を及ぼすことが明らかにされた。このような事から長崎における原爆被爆も、その被爆者の子孫に憂慮すべき遺伝的影響が生じることが心配された。そして被爆直後よりこの問題に関しては慎重な遺伝学的調査が続けられてきた。長崎では1948年～1953年に36,337件の妊娠について調査が行われ、死産、奇形、新生児死亡、乳児死亡、出生時体重、一般身体計測等についての検討がなされたが、いずれも被爆による遺伝的影響を示唆する結果は得られなかった（Neel & Schull, 1956年）。またその後も引続き被爆2世について死亡率の追跡調査が現在まで行われているが、幸いなことにその結果からも遺伝的影響は確認されていない。

(4) 精神神経系の障害

人類が未だ経験したことがなかった原子爆弾の炸裂という惨禍に見舞われ、自らが瀕死の傷害と地獄図を経験し、あるいは身近な人の死や傷害という苦痛の極限を経験したのが被爆者であった。また複雑な社会生活上の影響を受け、被爆者はその心因的反応も非常に多彩性を有していたと思われる。そのような理由から精神神経医学的な調査・研究は困難を極め、その研究報告は非常に少ない。被爆後5年の調査で急性放射能傷害の症状が強かった人ほど、精神神経学的後遺症を強く残し、その症状として最も多かったのは、疲れ安い、気力がない、内向性に傾く、記憶が減退している等であった。1956年2月および12月に、7,297人の中から神経症様症状を呈する533人を見出し、追跡調査を行った。その結果、被爆後15年後もなお高率に神経症様の状態が見いだされ、その

中には心因性の純然たるノイローゼと思われる症例もあったが、放射線による器質的ないし機能的障害にもとづく、一種の脳症または心身症と見るべき症例もあった(仁志川, 築城, 1961年)。被爆児童については、被爆後7年後から3年にわたって疲労度, 精神作業能力, 知能・学力の評価を調べ, 2 km以内での被爆児童に低値を認めた(和泉, 1955年)。これらの解釈に当たっては, 急性放射能障害ならびにその後遺症が, 植物神経中枢に機能的あるいは器質的に投影され, 脳症と呼ばれるべき精神神経系の後障害を誘発したと考えられた。

しかしこの方面での調査・研究に関しては, その後はほとんどまとまった追跡調査がないようであり, 現時点での原爆後遺症としての位置づけには慎重を要する。現今の被爆者の高齢化が進んでいる現状を考慮すると, 今後はアルツハイマー型老人性痴呆を含めた精神神経医学的な詳細な調査が望まれる。

(5) 放射線と老化

放射線照射による加齢の問題は, 主として動物実験により種々の検討がなされ, 寿命短縮等の加齢が促進するとする報告と, 逆にほとんど関係がないとする論文がある。この判定には, 加齢あるいは老化の促進を何を指標にして評価するかと言うことが重要になってくる。寿命短縮という観点からは, 長崎では約26,700名の集団について検討が続行(放射線影響研究所を中心として)されているが, 被爆者の寿命が短縮しているという証拠は得られていない。

消耗性色素であるリポフスチンは, しばしば老化の指標のひとつとして用いられてきた。分裂再生することなく, その個体と生涯を共にする神経細胞での検索では, 放射線照射群にリポフスチンの量が多く(新海ら, 1984年), また被爆者の方にリポフスチンを持った細胞の頻度が高い(岸川ら, 1986年)という報告もある。

長寿大国のわが国にあって, 老人性痴呆が社会問題化しつつある。同じように高齢化が進む直接被爆者にあっても, この問題は避けては通れない。今のところ被爆者と老人性痴呆に関するまとまった研究はないが, 早晚取り組まなければならない課題である。被爆者の解剖例で, 脳の老人性変化を病理組織学的に調査した報告がわずかにあるが, その結果は一定していない。被爆後20年頃までの脳の検索では被爆者と対照の間に老人性変化の差はなかった(Namiki et al., 1970年)。ところが被爆時40歳前後であった人で, 30年後の70歳代で死亡し

た人の脳を検索してみると、異常な蛋白の沈着を有する老人斑の数が、被爆者に多いような傾向が得られた ($p < 0.05$, 岸川ら, 1989年)。いずれにせよ、今後は原爆被爆と加齢に関しては、免疫組織学的手法などの新しい方法と、臨床事項を含めた総合的な調査が望まれる。

参 考 文 献

1. 調 来助, 手塚 博: 原爆による熱傷瘢痕の特徴とその治療について. 広島医学 12: 897, 1959.
2. 広島市・長崎市 原爆災害誌編集委員会: 広島・長崎の原爆災害. 岩波書店, 1979. pp.68-160. (注1) p.121, (注2) p.133
3. 貞森直樹, 本田武夫, 三根真理子, 他: 長崎原爆被爆者における皮膚癌発生. -1955-1984-. 広島医学 41: 424, 1988.
4. 広瀬 泉, 藤野 貞: 原子爆弾による白内障. 日眼会誌 54: 449, 1950.
5. 広瀬 泉, 岡本 昭: 長崎に於ける原爆被災者の推定受線量と水晶体後極濁濁との関係 (予報). 長崎医学会雑誌 36: 781, 1961.
6. 徳永次彦: 長崎に於ける原子爆弾による白内障. 日眼会誌 63: 1211, 1959.
7. Oughterson AW, Warren S.: Medical effects of the atomic bomb in Japan. McGraw-Hill. New York, 1956.
8. Yamazaki JN, Wight SW, Wright PM.: outcome of pregnancy in women exposed to the atomic bomb in Nagasaki. Amer J Dis Child 87: 448, 1954.
9. Wood JW, Keehn RJ, Kawamoto S, Johnson KG.: Growth and development of children exposed in utero to the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Amer J Public Health 57: 1374, 1967.
10. 横田素一郎, 田川大吉郎, 大津留 信, 他: 胎内被爆者にみられた小頭症の1剖検例. 長崎医学会雑誌 38: 92, 1963.
11. 大津留 信: 胎内被爆者にみられた小頭症の1剖検例. 長崎医学会雑誌 43: 882, 1968.
12. 朝長正充: 原爆被爆者血液像 (長崎). 日血会誌 20(補冊): 176, 1957.
13. Bloom AD, Neriishi S, Kamada N, Iseki T, Keehn RJ.: Cytogenetic investigation of survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki. Lancet 2: 672, 1966.
14. Bloom AD, Neriishi S, Awa AA, Honda T, Archer PG.: Chromosome aberrations in leukocytes of older survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki. Lancet 2: 802, 1967.
15. Bloom AD, Neriishi S, Archer PG.: Cytogenetics of the in-utero exposed of Hiroshima and Nagasaki. Lancet 2: 10, 1968.
16. Awa AA, Sofuni T, Honda T, Itoh M, Neriishi S, Otake M.: Relationship between the radiation dose and chromosome aberrations in atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. J Radiat Res 19: 126, 1978.

17. 朝長 優：原爆被爆者と染色体異常。長崎医学会雑誌 51：282, 1976.
18. 伊藤正博, 本田武夫：長崎における原爆胎内被爆者の細胞遺伝学的研究—II—。長崎医学会雑誌 61(Suppl.)：369, 1986.
19. Muller HJ : Artificial transmission of the gene. Science 66 : 84, 1927.
20. Neel JV, Schull WJ. : The effect of exposure to the atomic bombs on pregnancy termination in Hiroshima and Nagasaki. National Academy of Sciences-National Research Council, U. S. A., No. 491, 1956.
21. Kato H. : Review of thirty years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. II Biological effects. B Genetic effects, 1 Early genetic surveys and mortality study. J Radiat Res 16(Suppl.) : 67, 1975.
22. 仁志川種雄, 築城士郎：原子爆弾被災者についての精神医学的調査。長崎医学会雑誌 36：717, 1961.
23. 築城士郎, 紅葉竹二, 安茂英之輔, 他：原子爆弾被爆者についての精神医学的調査。長崎医学会雑誌 33：637, 1958.
24. 和泉成之：被爆児童の知能並びに情操方面に関する調査。昭和29年度文部省総合研究報告収録 (医学及び薬学編), 日本学術振興会, p. 426, 1955.
25. 岸川正大, 池山美香, 井関充及, 他：放射線障害と加齢 —脊髄後根神経節内色素顆粒の光顕的定量分析—。広島医学 39：437, 1986.
26. 岸川正大, 井関充及, 近藤久義, 他：被爆者脳における老人性変化 (予報)。長崎医学会雑誌 63(Suppl.)：823, 1989.