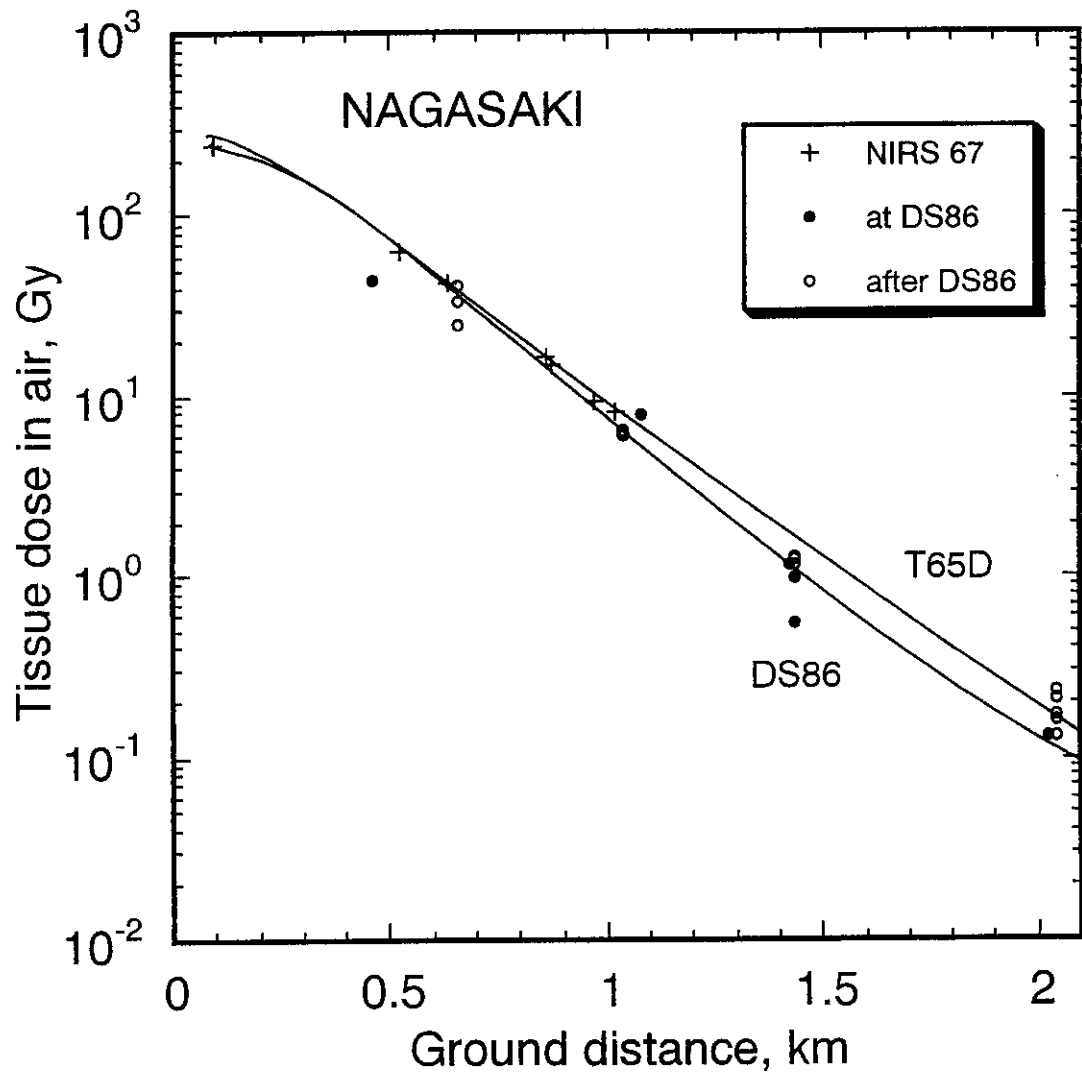


Fig.2 Nagasaki



原爆放射線被ばくとがん罹患ならびに死亡に関する文献的検討

分担研究者 児玉 和紀（財）放射線影響研究所 疫学部部長
藤原佐枝子（財）放射線影響研究所 臨床研究部副部長
研究協力者 笠置 文善（財）放射線影響研究所 疫学部副部長
山田美智子（財）放射線影響研究所 臨床研究部放射線科長
小山幸次郎（財）放射線影響研究所 疫学部室長

研究要旨

放射線影響研究所寿命調査集団におけるがん罹患ならびに死亡に関する最新の報告をレビューし、原爆放射線被ばくとがん罹患ならびに死亡との関連性について文献的検討をおこない、部位別にリスク表を作成した。

その結果、発生率調査ならびに死亡率調査で放射線被ばくの影響が認められたがん（悪性腫瘍）としては、胃がん、結腸がん、肺がん、乳がん、膀胱がん、および白血病などがあげられた。発生率調査で影響が認められたものには、肝臓がん、皮膚がん、甲状腺がん、卵巣がんなどがあげられた。病理学的検討では神経系腫瘍であるシュワン腫の発生に放射線被ばくとの関連が示された。食道がんと多発性骨髄腫は死亡率調査においてのみ、放射線被ばくとの関連が見られている。発生率調査と死亡率調査において結果に不一致が見られるがんも多くあり、解釈には慎重を期す必要があるとともに、今後更なる研究の進展が必要と考えられた。

A. 研究目的

放射線影響研究所（放影研）においては前身のABCC時代から原爆放射線健康影響調査を継続実施して今日にいたっている。その研究成果は多岐に渡るが、中心的なものひとつ

は原爆放射線被ばくとがんとの関連性に関するものである。今回我々は放影研から報告された論文をもとに原爆放射線とがんに関する最新の知見をまとめることを目的として文献調査を実施した。

B. 研究方法

放影研からは約12万人からなる寿命調査集団(Life Span Study: LSS)におけるがんならびにがん以外の疾患と原爆放射線被ばくとの関連性の有無についての報告が定期的になされている。その最新のものは、がん死亡に関するものとしては1950年から1990年までを調査期間として報告されている。(Pierce DA et al. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 12, Part I. Cancer 1950-1990 Radiat Res 146:1-27,1996)

一方がん罹患に関するものとしてはこれまでのところ1958年から1987年までの観察結果が報告されている。(Thompson DE et al. Cancer incidence in Atomic Bomb Survivors. Part II: Solid Tumors,1958-1987. Radiat Res 137:S17-S67,1994)

また、これら定期的な報告以外にも部位別がん研究に関する報告もいくつかなされている。

今回これらの報告をレビューし、がんの部位別に死亡ならびに罹患における過剰相対リスク、過剰絶対リスク、寄与リスク割合等に関して最新の調査結果のまとめをおこなった。対象となったものは、食道、胃、大腸、肝臓、肺、骨ならびに結合組織、

皮膚、乳房、前立腺、膀胱、脳ならびに神経、甲状腺、卵巣、子宮、膵臓、腎臓の悪性腫瘍と、リンパ腫、多発性骨髄腫、白血病である。なお、リスク評価においては信頼区間の明記されているものを中心に採択した。

(倫理面への配慮)

本研究は基本的には文献レビューであり、倫理的な問題は特に生じない性質のものがある。

C. 研究結果

食道がん

1958年から1987年までの発生率調査では合計185例の症例が診断された。その診断は、72%は組織学的に確定されたが、10%の診断は死亡診断書のみによった。

食道がんの1 Svあたりの推定過剰相対リスク (ERR_{1Sv}) は0.28 (95% CI = -0.21, 1.04) で、食道がんに有意な線量反応があることを示す証拠は得られなかった。被ばく時年齢または被ばくからの経過時間による放射線の影響に対する修飾の存在は見られなかった。

調査期間を通じて $10^4 PYSv$ あたりの過剰絶対リスク (EAR) 平均値は0.30 (95% CI = -0.23, 1.03)、寄与リスク割合は6.5% (95% CI = -5.0%, 22.5%) であるが、いずれも統計的には有意ではない。

LSS死亡調査(1950-1990年)では、放射線被ばくと食道がんとの有意な

関係が認められている。ただし、死亡診断のみの診断と剖検診断を比較すると、食道がんの検出率は58%、確定率は69%と低く、死亡診断のみの診断の精度は限界があると思われる。(表1)

胃がん

胃がんは最も頻度が高いがんで、LSSコホート内の充実性がんの31%、消化器がんの55%を占めていた。発生率調査(1958-87年)においては合計で2,658例の胃がんが確認された。これらのがんの73%は組織学的に確定されたが、14%が死亡診断書のみよって診断された。男性のバックグラウンド発生率は女性の約2倍で、年齢とともに急速に増加した。

胃がんと被ばく線量は、有意な線量反応が示され、推定ERR_{1Sv}は0.32(95%CI=0.16, 0.50)であった。被ばく時年齢は、重要な影響修飾因子であった。被ばく時年齢の低い者は高い者よりもリスク推定値が有意に高く、これは主として被ばく時年齢が30歳以下の群と30歳以上の群との間の著しい違いによるものであった。女性は男性よりもリスクが高い傾向が見られた($p=0.06$)。

推定EARは4.8/10⁴PYSvであった(95%CI=2.5, 7.4)。放射線と胃がんは統計学的に有意な関係が認められたが、被ばくした1,307例のうち6.5%(95%CI=3.5%, 10.5%)についてのみ原因を放射線被ばくに求めることができた。バックグラウンド率

が極めて高いので、全体的な寄与リスク割合はわずかであった。(表2)

死亡率調査においても、胃がんと被ばく線量は有意な線量反応が示され、推定ERR_{1Sv}は0.24(95%CI=0.10, 0.40)、推定EARは2.11/10⁴PYSv(95%CI=0.90, 3.44)、寄与リスク割合は4.6%(95%CI=2.0%, 7.6%)であった。

結腸がん

発生率調査(1958-87年)において、結腸がんは457例が認められた。これらのがんの81%は、組織学的に診断され、9%は死亡診断書により診断されたものである。発生率は年齢とともに急速に増加した。

結腸がんは、線量が増えるとともに増加した。全体的な過剰相対リスクの推定ERR_{1Sv}は0.72(95%CI=0.29, 1.28)で、これはすべての消化器がんの中で最も高い推定値であった。被ばく時年齢および性は線量反応をあまり修飾しなかったが、被ばくからの経過時間が長いほどリスクは低下した。結腸がんのリスクは被ばくから10年経過するごとに約3分の1ずつ減少した。

推定平均EARは1.8/10⁴PYSv(95%CI=0.74, 3.0)であった。診断された被ばく者の結腸がん223例のうち、約14%(95%CI=5.9%, 24%)は放射線被ばくに起因している可能性があった。

LSS死亡調査(1950-90年)においては、過剰リスク ERR_{1Sv} は0.65 (90% CI=0.23, 1.21)であった。(表3)

直腸、直腸S状結腸移行部および肛門がん

発生率調査(1958-87年)において、合計351例の直腸がんが認められた。これらのがんの82%は組織学的に確定され、11%の診断は死亡診断書のみによるものであった。

男女を合わせた推定 ERR_{1Sv} は0.21 (95% CI=-0.17, 0.75)で、直腸がん と被ばくとに関連があることを示さなかった。調査期間を通じて 10^4PYSv 当たりのEARの平均値は0.43 (95% CI=-0.35, 1.46)、寄与リスク割合は4.4% (95% CI=-3.6, 14.6%)で、統計的には有意ではなかった。

発生率の結果は、放射線被ばくの影響が認められなかった死亡率調査と一致している。

肝臓および肝内胆管がん

発生率調査期間(1958-87年)に肝臓がん(肝内胆管を含む)と診断されたのは585例であった。肝臓がんは胃がん、肺がんに次いで3番目によく見られる部位のがんで、全充実がんの7%を占めた。組織学的に確定された癌は39%、28%は臨床的に診断され、死亡診断書のみ診断の割合は33%であった。

肝臓がんの推定 ERR_{1Sv} は0.49 (95% 信頼区間0.16, 0.92)であった。肝臓

がん発生率と線量には、有意な線量反応が示された。

肝臓がんの 10^4PYSv 当たりの推定平均過剰EARは1.64 (95% CI=0.54, 2.91)で、寄与リスク割合は11% (95% CI=3.62%, 19.40%)であった。

発生率調査では、肝臓がんの33%は死亡診断書のみによって確認され、それらの症例では、診断の精度は疑わしい。組織学的に確定された227症例では ERR_{1Sv} は0.66 (95% CI=0.11, 1.44)であった。

1958-1987年に診断された肝がんのうち総括的な病理学的検討を行い、原発性肝がん発生率を求めると、肝臓器線量 $1Sv$ あたりERRは0.81(95%CI=0.32, 1.43)であった。男性と女性の相対リスクは同程度であった。被ばく時年齢が20代初めの人々の過剰リスクが最も高く、被ばく時年齢が10歳未満および45歳以上の人では、実質的な過剰リスクは認められなかった。

1950-1990年の死亡率調査では、有意な線量反応が認められなかった。肝臓がんの死亡診断書の精度は非常に悪いので、死亡診断書に基づいた死亡調査の結果の解釈は非常に難しい。

(表4)

胆嚢および肝外胆管がん

肝外胆管を含む胆嚢がん295例が確認された。これらのがんの71%は組織学的に確定され、12%は死亡診断書のみによる診断であった。

推定ERR_{15v}は0.12 (95%CI=-0.27, 0.72)で、統計的に有意な発生率増加は認められなかった。10⁴PYSv当たりの推定EARの平均値は0.18 (95%CI=-0.41, 1.07)で、寄与リスク割合は、2.2% (95%CI=-5.05%, 13.12%)であったが、統計的には有意ではなかった。

LSS死亡データにおいても、線量と死亡率に統計的に有意な関係は認められなかった。

肺がん

発生率調査では、872例の気管・気管支・肺がん症例が確認された。うち69%は組織学的に確認された。18%は死亡診断書からの情報であった。

気管・気管支・肺がん発生の推定ERR_{15v}は0.95と高く (95%CI=0.60, 1.36)、有意な線量反応を認めた。被ばく時年齢の効果はみられなかった。

推定EARは4.35/10⁴PYSv (95%CI=2.88, 5.96)で、寄与リスク割合は18.9%であった (95%CI=12.5, 26.0)。寄与リスク割合に男女差がみられたが (男性11.4%、女性29.5%)、これはバックグラウンド率の差が影響していると思われる。

組織型別の検討では、腺がん、扁平上皮がん、小細胞がん有意に高いERR_{15v}が見られた。

肺がん死亡のERR_{15v}は0.53 (95%CI=0.28, 0.84)で、女性で約2倍高かった (男性0.34、女性0.89)。EARは1.67/10⁴PYSvで性差はみられなかった。(表5)

骨及び結合組織悪性腫瘍

男女計、および男女それぞれで、骨及び結合組織の悪性腫瘍による死亡の過剰が示唆されたが、いずれも有意ではなかった。男女差はみられなかった。EARは0.08/10⁴PYSv (95%CI=NA, 0.26)と小さく、寄与リスク割合は15.7% (95%CI=NA, 51.5)であったが、統計的に有意ではなかった。(表6)

皮膚がん

LSS集団に発生した黒色腫を除く皮膚がん症例は168例を、黒色腫は13例であった。全体の96%は組織学的に診断された。黒色腫を除く皮膚がんにおける、線形過剰リスクモデルを用いた推定ERR_{15v}は1.00であった (95%CI=0.41, 1.89)。被ばく時年齢の低いものは高いものよりリスク推定値が有意に高かった。EARは0.84/10⁴PYSv (95%CI=0.40, 1.35)で、寄与リスク割合は24% (95%CI=11.5, 38.6%)であった。

皮膚がん罹患に関する病理調査では、3人の病理医がWHOの基準に従い、組織学的に腫瘍を分類して解析を行った。基底細胞がんの推定ERR_{15v}は1.8で、統計学的に有意であった (90%CI=0.83, 3.3)。Bowen病および悪性黒色腫では、有意なリスクの上昇はみられなかった。扁平上皮がんでも過剰リスクがみられなかった。

基底細胞がんは被ばく時年齢の影響が大きかった。被ばく時年齢が30歳の被ばく者では、紫外線非暴露部分にお

けるERR_{1Sv}は、暴露部分のそれより、約10倍高かった。

皮膚がんの死亡では、女性の過剰相対リスクが1.26であったが、有意ではなかった。（表7）

乳がん

発生率調査における女性乳がんの罹患件数は529例で、うち95%が組織学的に確定された。線形過剰相対リスクを用いた解析では、推定ERR_{1S}は1.59（95%CI= 1.09, 2.19）と高値を示し、有意な線形線量反応を示した。このERRは、LSSコホート集団では充実性腫瘍の最も高いリスク推定値であった。被ばく時年齢は線量反応に強く作用した。EARは6.73/10⁴PYSv（95%CI=4.90, 8.69）と高く、推定寄与リスク割合も32%（95%CI=23.2, 41.1%）で、この値は推定ERRと同様、LSSコホート集団での最高値であった。

死亡率調査において乳がん死亡のERR_{1Sv}は、罹患と同様に高かった（1.41, 95%CI=0.73, 2.36）。EARも1.48/10⁴PYSvと大きく、推定寄与リスク割合は25.3%を示した。（表8）

前立腺がん

発生率調査においてLSS集団の前立腺がんは140例みられ、組織学的に確認された割合は86%、死亡診断書のみによる確認は7%であった。推定ERR_{1Sv}は0.29（95%CI = -0.21, 1.16）、10⁴PYSv当たりの推定EARは0.61（95%CI = -0.46, 2.21）で有意

な線形線量反応はみられなかった。0.01Sv以上の被ばく者における推定寄与リスク割合は7%（95%CI = -5.3, 26%）で被ばく者の前立腺がん放射線被ばくが寄与していることは有意とは示されていない。

死亡率調査でも推定ERR_{1Sv}は0.28（95%CI = NA, 1.42）、10⁴PYSv当たりの推定EARは0.20（95%CI = NA, 0.88）で有意な線量反応はみられなかった。被ばく者における推定寄与リスク割合は6.3%（95%CI = NA, 27.7%）でこれも有意とは示されていない。

（表9）

膀胱がん

発生率調査におけるLSS集団の膀胱がんは210例みられ、組織学的に確認された割合は83%、死亡診断書のみによる確認は5%であった。推定ERR_{1Sv}は1.02（95%CI = 0.27, 2.08）、10⁴PYSv当たりの推定EARは1.15（95%CI = 0.34, 2.11）で有意な線量反応を認めた。診断された被ばく者の膀胱がん115例のうち16.3%（95%CI = 4.78%, 30.1%）は放射線被ばくに起因している可能性があった。

死亡率調査でも推定ERR_{1Sv}は0.97（95%CI = 0.10, 2.37）、10⁴PYSv当たりの推定EARは0.37（95%CI = 0.04, 0.77）で有意な線量反応が見られている。また推定寄与リスク割合も14.7%（95%CI = 1.6, 30.9%）で被ばく者の膀胱がん

に放射線被ばくが寄与していることが示されている。(表10)

脳ならびに神経系腫瘍

発生率調査においてLSS集団の神経系の腫瘍は125例みられ、組織学的に確認された割合は79%、死亡診断書のみによる確認は10%であった。推定ERR_{1Sv}は0.26(95%CI = <-0.23, 1.27)、10⁴PYSv当たりの推定EARは0.19(95%CI = -0.17, 0.81)で有意な線形線量反応はみられなかった。0.01Sv以上の被ばく者における推定寄与リスク割合は5.7%(95%CI = -5.3, 24.5)で被ばく者の神経系腫瘍の発生に放射線被ばくが寄与していることは有意とは示されていない。

一方、1958年から1995年までに寿命調査集団で確認された228例の神経系腫瘍についての病理調査では、放射線被ばくと神経系腫瘍発生との間に有意な相関が認められた。神経系腫瘍全体の解析では推定ERR_{1Sv}は1.2(95%CI = 0.6, 2.1)であった。神経系腫瘍のなかでも特に放射線被ばくの影響の大きいものはシュワン腫で、推定ERR_{1Sv}は4.5(95%CI = 1.9, 9.2)であった。他の神経系腫瘍は個別解析では放射線被ばくとの関連は有意とはならなかった。

神経系腫瘍の中でも脳腫瘍に限りて死亡率の解析がなされているが、放射線被ばくとの関連性は認められていない。

(表11)

甲状腺がん

発生率調査におけるLSS集団の甲状腺がんは225例みられ、組織学的に確認された割合は93%、死亡診断書のみによる確認は3%であった。推定ERR_{1Sv}は1.15(95%CI = 0.48, 2.14)、10⁴PYSv当たりの推定EARは1.61(95%CI = 0.78, 2.52)で有意な線量反応を認めた。また0.01Sv以上の被ばく者における推定寄与リスク割合は26%(95%CI = 12, 41%)で、甲状腺がんは寿命調査集団でみられたもっとも放射線被ばくと関連性の強いがんのひとつといえる。被ばく時年齢によるリスクの差も著明で、特に被ばく時年齢が10歳未満では推定ERR_{1Sv}は9.46(95%CI = 4.11, 18.86)と被ばくの影響が顕著にみられた。(表12)

非ホジキンリンパ腫

発生率調査において、EARに有意な線形線量反応はなく(p=0.09)、二次項をいれても有意なモデルの改善はなかった。被ばく後経過年、到達年齢、被ばく時年齢いずれも有意ではない。

死亡率調査においては、リンパ腫合計の解析が行なわれており、ホジキン、非ホジキンリンパ腫に分けた解析が行なわれていない。リンパ腫合計の死亡率解析をみると、男女計で、ERR=0.01 (NA, 0.42)、EAR=0.01 (NA, 0.23)、寄与リスク割合は0.2% (NA, 9.9)となっており有意な線量反応はなく、男性においても有意性は観測されていない。(表13)

ホジキン病

発生率調査においては、ホジキン病の発生数は21例と数が少なく詳細な解析は行なわなかった。簡単に示すと、有意な線量反応は観測されず($p>0.5$)、線量の係数も負となった。いずれかの性に有意な線量反応があるとの根拠も観測されなかった。

多発性骨髄腫

発生率調査では、EARの線量依存性は有意ではなく、性、被ばく後経過年、被ばく時年齢、被ばく都市にも依存しない。4Gy以下のDS86カーマ線量を持つ被ばく者を対象とした場合、first-primaryの線量反応は有意ではない($p=0.12$)。しかし、>4Gyの被ばく者を含め、second-primaryを含めた場合にはEARは $p=0.05$ となったが、このことから、多発性骨髄腫に有意な線量反応があるとは言いきれない。死亡率調査では死因の精度の問題、>4Gyの被ばく者を含め、またsecond-primaryも含めていること故に、死亡率調査と発生率調査との間に差が出たのではと思われる。(表14)

白血病

発生率調査において、有意な線量反応がみられ($p<0.001$)、かつ凹形の形状を示す($p=0.008$)。しかしながら、0.5Svの閾値仮説は否定される。EARは被ばく後経過年を考慮するモデルによって適切に記述されるが、これに被ばく時年齢、性が複雑に絡み合

う。つまり、被ばく時経過年を考慮すると、被ばく時年齢そのものの独立した寄与はないが、被ばく時年齢及び被ばく時年齢と被ばく後経過年との交互作用を同時に考慮するとモデルの適合は有意に改善される。被ばく時年齢の若い男性は、被ばく後5年から10年にわたってEARは高いが経過とともにEARは急速に減少する。被ばく時年齢の高い男性では、若い人ほどEARは高くないが、EARの減少は緩やかである。女性では、被ばく後20年までは男性より低いEARであり、被ばく時年齢の高い女性では被ばく後経過年と共にEARが減少するとの観測はない。被ばく後経過年と共にリスクは減少しているといえども、固形癌のいずれよりもリスクは高い。(表15)

急性リンパ性白血病

発生率調査において、有意な線量反応が観測された。EARは被ばく後経過年と共に減少し1年の経過につき14%減少である($p<0.001$)。被ばく時年齢とは負に依存しており($p=0.002$)、被ばく時年齢の1歳増加につき約5%の減少である。女性のEARは、いずれの被ばく時年齢、いずれの被ばく後経過年でみても、男性の半分以下である。1SvでのERRは9.1、 10^4 PYSv当たりのEAR=0.62、寄与リスク割合は70%であった。(表15-1)

急性骨髄性白血病

有意な線量反応が観測された($p<0.001$)。線量の二次モデル($p=0.05$)、

スプラインモデル($p=0.04$)の有意性からみて線量反応に非線型が示唆される。0.5-Gy閾値仮説は支持されない。EARは被ばく時年齢に依存し($p=0.04$)、若い被ばく者ほど高いリスクを持っている。被ばく後経過年、性、被ばく都市は、いずれも有意ではなかった。しかしながら、被ばく時年齢20歳未満では、被ばく後経過年と共にEARは減少する一方で、それより高い被ばく時年齢層では、EARは被ばく後経過年に対して一定かあるいは増加となっている。1SvでのERRは3.3、 10^4 PYSv当たりのEAR=1.1、寄与リスク割合は46%であった。(表15-2)

慢性骨髄性白血病

EARは被ばく後経過年と共に急激に減少する($p<0.001$)。EARの被ばく後経過年に伴うパターンは、被ばく時年齢に依存しないが($p>0.5$)、有意な性差がある。男性では追跡初期に高いEARのピークがありその後被ばく後経過年と共に急速な減少がみられるが、一方、女性ではEARは被ばく後経過年に対して比較的一定である。EARに被ばく都市による有意差がみられたが、これは広島と長崎のバックグラウンド率の差によって説明される。1SvでのERRは6.2、 10^4 PYSv当たりのEAR=0.9、寄与リスク割合は62%であった。(表15-3)

卵巣がん

LSS集団の卵巣がんは133例で、組織学的に確認された割合は84%、死

亡診断書のみによる確認は6%であった。推定ERR_{1Sv}は0.99(95%CI = 0.12, 2.34)、 10^4 PYSv当たりの推定EARは1.08(95%CI = 0.15, 2.28)で強い線量反応を認めた。被ばく者における推定寄与リスク割合は17.7%(95%CI = 2.4%, 37.3%)で卵巣がんには放射線被ばくが寄与していることを示している。線量反応は線形で、線量の二次的要素は有意でなかった。粗罹患率における被ばくの影響は被ばく時年齢が若い方が大きいように見えたが、この傾向は統計的には有意でなかった。(表16)

子宮がん

LSS集団の子宮がんは724例でその内子宮頸がん553例、子宮体がん85例、詳細不明86例であった。子宮頸がんと体がんでは組織学的に確認された割合が97%以上であった。推定ERR_{1Sv}は-0.15(95%CI = <-0.29, 0.10)で線量反応は有意ではなかった。被ばく時年齢と線量別に粗罹患率をみた場合にも正の線量反応を示しておらず、被ばく時年齢・被ばくから経過時間・観察時年齢が線量反応を修飾している事を示す証拠もなかった。 10^4 PYSv当たりの推定EARは-1.07(95%CI = -2.11, 0.68)で子宮がんには放射線被ばくとの関連を認めなかった。(表17)

膀胱がん

LSS集団の膀胱がんは240例で、組織学的に確認された割合は55%、臨

床的診断は28%、死亡診断書のみによる確認は17%であった。推定ERR_{1sv}は0.18(95%CI = -0.25, 0.82)で有意な線量反応は認められなかった。また、非線形線量反応も認められず、被ばく時年齢・被ばくから経過時間・観察時年齢が線量反応を修飾している事を示す証拠もなかった。10⁴PYS_v当たりの推定EARは0.24(95%CI = -0.36, 1.05)、被ばく者における推定寄与リスク割合は3.5% (95%CI = -5.2%, 15.3%)で膵臓がんと放射線被ばくとの関係は認めなかった。(表18)

腎臓がん

LSS集団の腎臓がんは73例と症例数が少なかった。組織学的に確認された割合は78%、死亡診断書のみによる確認は7%であった。推定ERR_{1sv}は0.71(95%CI = <-0.11, 2.25)と有意な線量反応を認めなかった。(表19)

D. 結論

放射線影響研究所寿命調査集団におけるがん罹患ならびに死亡に関する最新の報告をレビューし、原爆放射線被ばくとがん罹患ならびに死亡との関連性について文献的検討をおこない、部位別にリスク表を作成した。

その結果、発生率調査ならびに死亡率調査で放射線被ばくの影響が認められたがん(悪性腫瘍)としては、胃がん、結腸がん、肺がん、

乳がん、膀胱がん、および白血病などがあげられた。発生率調査で影響が認められたものには、肝臓がん、皮膚がん、甲状腺がん、卵巣がんなどがあげられた。病理学的検討では神経系腫瘍であるシュワン腫の発生に放射線被ばくとの関連が示された。食道がんと多発性骨髄腫は死亡率調査においてのみ、放射線被ばくとの関連が見られている。発生率調査と死亡率調査において結果に不一致が見られるがんも多くあり、解釈には慎重を期す必要があるとともに、今後更なる研究の進展が必要と考えられた。

参考文献

1. Thompson DE et al: Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part II: Solid tumors, 1958-1987. Radiat Res 137:S17-S67, 1994
2. Pierce DA et al: Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer 1950-1990 Radiat Res 146:1-27, 1996
3. Cologne JB et al Effects of radiation on incidence of primary liver cancer among atomic bomb survivors. Radiat Res 152:364-373, 1999
4. Ron E et al: Skin Tumor Risk among Atomic-bomb Survivors

in Japan. Cancer Causes and Control 9:393-401, 1998

5. Preston DL et al: Tumors of the Nervous System and Pituitary Gland Associated with Atomic Bomb Radiation Exposure. J Natl Cance Inst 94:1555-1563, 2002
6. Preston DL et al: Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. Radiat Res 137:S68-S97, 1994

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 食道がん

調査	1Svでの平均過剰相対 リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	0.28 (-0.21, 1.04)	0.30 (-0.23, 1.03)	6.5 (-5.0, 22.5)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	0.53 (0.08, 1.18)	0.42 (0.07, 0.87)	11.2 (1.8, 22.9)

表2 胃がん

調査	1Svでの平均過剰相対 リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	0.32 (0.16, 0.50)	4.8 (2.5, 7.4)	6.5 (3.5, 10.5)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	0.24 (0.10, 0.40)	2.11 (0.90, 3.44)	4.6 (2.0, 7.5)

表3 結腸がん

調査	1Svでの平均過剰相対 リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	0.72 (0.29, 1.28)	1.8 (0.74, 3.0)	14 (5.9, 24)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	0.65 (0.23, 1.21)	0.73 (0.27, 1.28)	11.6 (4.4, 20.4)

表4 肝臓がん

調査	1Svでの平均過剰相対 リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 (発生率調査) ^{文献1)}	0.49 (0.16, 0.92)	1.64 (0.54, 2.91)	11 (3.62, 19.4)
(病理学的検討) ^{文献3)}	0.81 (0.32, 1.43)	—	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献2)}	0.29 (-0.19, 1.12)	0.15 (-0.10, 0.52)	6.0 (-4.1, 20.9)

NA: 信頼限界下限が全体のリスクの非負値性に基づく最低許容量値より低い

表5 肺がん

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献1)}	0.95 (0.60, 1.36)	4.35 (2.88, 5.96)	18.9 (12.5, 26.0)
組織型別			
腺がん	1.3 (0.6, 2.2)	—	—
扁平上皮がん	0.81(0.2, 1.8)	—	—
小細胞がん	2.07(0.6, 4.6)	—	—
その他	0.43(-0.23, 1.71)	—	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献2)}	0.53 (0.28, 0.84)	1.67 (0.89, 2.54)	10.1 (5.4, 15.3)

表6 骨および結合組織の悪性腫瘍

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10 ⁴ PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査	—	—	—
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献2)}	0.86 (NA, 3.70)	0.08 (NA, 0.26)	15.7 (NA, 51.5)

表7 皮膚がん (悪性黒色腫を除く)

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10 ⁴ PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献1)}	1.00 (0.41, 1.89)	0.84 (0.40, 1.35)	24 (11.5, 38.6)
発生 (90% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献4)}			
皮膚がん	0.62 (0.23, 1.3)		—
基底細胞がん	1.8 (0.83, 3.3)	—	—
扁平上皮がん	< -0.1 (< -0.1, 0.10)	—	—
基底細胞がん と扁平上皮がんを除く 上皮性がん	1.4 (0.02, 5.8)	—	—
非上皮性悪性腫瘍	0.5 (< -0.1, 6.7)	—	—
Bowen病	0.86 (-0.04, 3.1)	—	—
基底細胞がん	—	—	—
被ばく時年齢			
0-9歳	21 (4.1, 73)	—	—
10-19	6.7 (2.1, 17)	—	—
20-39	1.7 (0.5, 3.8)	—	—
≥40歳	0.7 (-0.05, 2.2)	—	—
被ばく後年数			
13-20	< -0.1 (< -0.1, 11)	—	—
21-30	6.0 (1.4, 18)	—	—
31-42	1.6 (0.5, 3.7)	—	—
性			
男性	2.7 (0.5, 9.1)	—	—
女性	1.6 (0.5, 4.1)	—	—
紫外線被ばく			
高 (顔面と手)	0.4 (< -0.1, 2.1)	—	—
低 (その他)	4.7 (1.2, 13)	—	—
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献2)}	0.38 (NA, 2.27)	0.04 (NA, 0.18)	9.1 (NA, 42.6)

表8 女性の乳がん

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1) 女性	1.59 (1.09, 2.19)	6.73 (4.90, 8.69)	32 (23.2, 41.1)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2) 女性	1.41 (0.73, 2.36)	1.48 (0.84, 2.22)	25.3 (14.3, 37.7)

表9 前立腺がん

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1) 男性	0.29(-0.21, 1.16)	0.61(-0.46, 2.21)	7(-5.3, 26)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2) 男性	0.28(NA, 1.42)	0.20(NA, 0.88)	6.3 (NA, 27.7)

表10 膀胱がん

調査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	1.02(0.27, 2.08)	1.15(0.34, 2.11)	16.3(4.78, 30.1)
死亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	0.97(0.10, 2.37)	0.37(0.04, 0.77)	14.7(1.6, 30.9)

表 11 脳腫瘍および神経系の腫瘍

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献1)}	0.26(<-0.23, 1.27)	0.19(-0.17, 0.81)	5.7(-5.3, 24.5)
(病理学的検討) ^{文献5)}			
神経系腫瘍	1.2(0.6, 2.1)	—	—
神経膠腫、星細胞腫	0.56(-0.2, 2.0)	—	—
髄膜腫	0.64(-0.01, 1.8)	0.14(0.00, 0.45)	—
シュワン腫	4.5(1.9, 9.2)	0.67(0.3, 1.1)	—
その他	0.51(<-0.2, 2.2)	—	—
下垂体腫瘍	0.98(<-0.2, 3.5)	—	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献2)}	-0.02(NA, 1.01)	-0.00(NA, 0.23)	-0.4(NA, 17.4)

死亡は脳腫瘍のみ

表 12 甲状腺がん

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4 PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 ^{文献1)}	1.15(0.48, 2.14)	1.61(0.78, 2.52)	26(12, 41)
被ばく時年齢 0 - 9 歳	9.46(4.11, 18.86)	—	—
≥20 歳	0.10(<-0.23, 0.75)	—	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	—	—	—

表 13 非ホジキンリンパ腫

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv^{-1})	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献6)	0.31(P>0.5)	0.22(P=0.09)	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	0.01(NA, 0.42)	0.01(NA, 0.23)	0.2(NA, 9.9)

死亡は悪性リンパ腫のデータ

表 14 多発性骨髄腫

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv^{-1})	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献6)	0.25 (p>0.5)	0.08 (<0, 0.3)	—
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	1.15 (0.12, 3.27)	0.17 (0.02, 0.40)	17.1 (2.0, 39.2)

表 15 白血病

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv^{-1})	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献6)	3.9 (p<0.001)	2.7	50
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	4.62 (3.28, 6.40)	2.61 (2.09, 3.15)	53.7 (42.9, 64.8)

表 15-1 急性リンパ性白血病

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 <small>文献6)</small>	9.1	0.62	70
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	-	-	-

表 15-2 急性骨髄性白血病

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 <small>文献6)</small>	3.3	1.1	46
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	-	-	-

表 15-3 慢性骨髄性白血病

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 <small>文献6)</small>	6.2	0.9	62
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	-	-	-

表 16 卵巣がん

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	0.99 (0.12, 2.34)	1.08 (0.15, 2.28)	17.7 (2.4, 37.3)
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	-	-	-

表 17 子宮がん

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	-0.15 (<-0.29, 0.10)	-1.07 (-2.11, 0.68)	-
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査	-	-	-

表 18 膵臓がん

調 査	1Svでの平均過剰 相対リスク	平均過剰絶対リスク (10^4PYSv) ⁻¹	寄与リスク 割合(%)
発 生 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献1)	0.18 (-0.25, 0.82)	0.24 (-0.36, 1.05)	3.5 (-5.2, 15.3)
死 亡 (95% 信頼区間)			
寿命調査 文献2)	-0.07(NA, 0.37)	-0.07(NA, 0.37)	-1.2(NA, 6.4)