

7. 5 総合評価

総合評価として、今回の調査では低線量域の放射線が健康影響、特にがんに影響を及ぼしたとする証拠は見られなかった。すなわち、

- 1) 今回の調査では、原爆被爆者で見られた全悪性新生物及び白血病については有意な増加は見られず、また線量との関連も認められなかった。
- 2) 部位別のがんについては、原爆被爆者調査から放射線との関連が認められている食道、胃、結腸、肝臓、肺などの悪性新生物は、今回の調査では有意な増加は見られず、また線量との関連も認められなかった。
- 3) 今回の調査では、膵臓がんにおいて線量との関連が見られたが、放射線との因果関係を示すものと結論づけることはできない。今後交絡因子などの関与を含めた調査が必要である。

7. 6 考察のまとめ

以下に主要な解析結果の考察をまとめる。

(1) 外部比較

放射線業務従事者の全死因および非新生物の死亡率は日本人男性の死亡率と比べて有意に低く、これは主に健康労働者効果によるものと考えられた。この効果の影響が小さいと考えられる全悪性新生物の死亡率は日本人男性の死亡率と比べて有意な増加は見られなかった。また、白血病を含め部位別にみても、日本人男性の死亡率と比べて有意に増加している悪性新生物はなかった。

したがって、日本人男性と比べて、この集団の悪性新生物による死亡率は高くなかった。

(2) 内部比較

白血病については、累積線量とともに増加する有意な傾向性は認められなかった。白血病を除く全悪性新生物については、前向き解析対象集団で潜伏期を考慮した場合には、累積線量とともに増加する有意な傾向性を示したが、これは、食道、胃および直腸の悪性新生物の死亡率が累積線量とともに有意に増加していることが反映されたことによるものである。潜伏期を考慮しない場合、並びに全解析対象集団や、住所地を調整した解析ではいずれも有意な傾向性は認められなかった。

部位別の結果では、食道、胃および直腸の悪性新生物の死亡率が累積線量とともに増加する有意な傾向性を示した。ただし、多数の検定を繰り返して行くと偶然に有意となることもあり得るので、これを避けるために行った多重比較法では胃および直腸の悪性新生物の傾向性は有意ではなかった。上記3部位以外の部位の悪性新生物には有意な傾向性は認められなかった。第Ⅰ期調査で有意な傾向性が認められていた膵臓がん（潜伏期を考慮した場合）も、第Ⅱ期調査では有意な傾向性は認められなかった。これら部位別の結果の解釈に当たっては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によってもたらされた可能性について、さらに未だ観察期間が短いことについて注意しなければならない。

また、多発性骨髄腫は住所地を調整した解析（前向き解析対象集団で潜伏期を考慮しない場合）で有意な傾向性を示した。しかし、症例数が極めて少ないので、放射線との関係を論じる段階にはない。

外因死の死亡率は日本人男性と比べて有意な増加は見られなかったものの、累積線量とともに増加する有意な傾向性が認められた。これまでのところ、外因死と放射線との関連についての疫学的知見は乏しく、また、この疫学調査では外因死について考察する上で必要な生活や就業等に関する状況についての情報が無いので、これに関する詳細な考察を行うことは出来なかった。

7. 6 考察のまとめ

(1) 外部比較

全死因および非新生物疾患の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に低かった。また、非新生物疾患別の死亡率にも、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高い疾患はなかった。これは主として健康労働者効果によるものと考えられた。

健康労働者効果の影響が小さいと考えられる全悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意差は認められなかった。しかし、部位別の悪性新生物では、肝臓、肺の悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、喫煙、飲酒など生活習慣の影響の可能性が考えられた。

なお、白血病を含めその他の部位には死亡率が有意に高いものはなかった。

(2) 内部比較

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、これは、食道、および肝臓の悪性新生物の死亡率が、累積線量とともに増加する有意の傾向を示していたことが反映されたためである。

なお、主たる解析では潜伏期を白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年と仮定したが、これ以外の期間を潜伏期に仮定した感度解析の結果では、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率、および白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、いずれも、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

部位別の結果では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。その他の部位の悪性新生物の死亡率は、前回第Ⅱ期調査で有意の増加傾向を示した胃、直腸の悪性新生物を含め、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

また、多数の検定を繰り返して行くと偶然に有意となることもあり得るので、これを避けるために行った多重比較法では、食道がんのみ有意であった。

食道、肝臓の悪性新生物の死亡率が累積線量と有意の関連を示した結果の解釈に当たっては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によってもたらされた可能性について考慮する必要がある。喫煙関連がんと喫煙非関連がんに分類し解析したところ、喫煙関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、喫煙非関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。このことは、

交絡因子の影響等によってもたらされた可能性を補強するものと考えられる。

さらに、未だ観察期間が短いため、偶然、死亡率と累積線量との有意の関連を示した可能性についても考慮する必要がある。

多発性骨髄腫の死亡率が累積線量と有意の関連を示したが、累積線量の多い群における極めて少数の症例に依存しているので、現時点で放射線との関係を論じるには慎重でなければならない。

外因死の死亡率は、全日本人男性（20歳～85歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。これまでのところ、外因死と放射線との関連についての疫学的知見は乏しく、また、この第Ⅲ期調査では、外因死の死亡率と被ばく線量との関連について考察する上で必要な情報が無いので、これに関する詳細な考察を行うに至らなかった。

(3) 統計学的関連の解釈

疫学調査においては、ある要因と疾病との関係が統計学的に有意な関連を示したとしても、バイアスや偶然によるデータの偏りや交絡因子の影響の有無を十分検討する必要がある。さらにまた、因果関係を判断するためには、データの関連性が強いことのみならず、用量-反応関係が認められること、複数の研究結果で一致した傾向を示していること、および医学的・生物学的に合理的な説明が付くこと等が求められる。

この疫学調査では、前向き観察における一人当たりの観察期間は6.8年と短く、一人あたりの平均累積線量は12.2mSvであり、平均年齢は50歳（2002年（平成14年）12月末）である。

また、今回の第Ⅲ期調査に見られた部位別の悪性新生物の死亡率と累積線量との関連は、食生活、喫煙、飲酒など発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によって生じた可能性が考えられるが、対象者全員について発がんに関連する生活習慣等の情報を取得していないため、これらの交絡因子が解析結果に与える影響の有無を直接検証することができない。

4. 2 考察のまとめ

(1) 外部比較の結果について

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率は、全日本人男性死亡率（20 歳以上 85 歳未満）との有意差は認められなかった。白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、全日本人男性死亡率に比べ有意に高かったが、これは肝臓、肺の悪性新生物の死亡率が有意に高いことが寄与しているものと考えられ、喫煙、飲酒等の生活習慣等による影響の可能性を否定できない。

非新生物疾患の死亡率は、全日本人男性死亡率に比べ有意に低く、疾患別（10 疾患）の死亡率においても有意に高い疾患は認められなかった。

非新生物疾患の死亡率を観察期間別にみると、近年では全日本人男性死亡率との有意差は認められなくなりつつあるが、観察期間を通じた死亡率が有意に低いのは、健康労働者効果の影響が考えられる。また白血病を除く全悪性新生物は、相対的に健康労働者効果の影響を受けにくいことを示唆する結果が示されている。

(2) 内部比較の結果について

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率に、累積線量の増加にともなう有意の増加傾向は認められなかった。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率には有意の増加傾向が認められた。しかし、白血病を除く全悪性新生物から、肺の悪性新生物を除外した場合には、累積線量にともなう有意の増加傾向は認められなかった。

また悪性新生物（固形がん）を喫煙関連および非喫煙関連の悪性新生物に分類した調査では、累積線量の増加にともなって、喫煙関連の悪性新生物の死亡率に有意の増加傾向が認められた。しかし、喫煙関連の悪性新生物から肺の悪性新生物を除外した場合および非喫煙関連の悪性新生物の死亡率には有意の増加傾向は認められなかった。

このようなことから、累積線量にともなって白血病を除く全悪性新生物の死亡率に有意の増加傾向が認められたのは、喫煙等による生活習慣等の交絡による影響の可能性を否定できない。

一方、非新生物疾患についても悪性新生物（固形がん）と同様に、喫煙関連疾患、非喫煙関連疾患に分類して調査したが、双方の死亡率には累積線量にともなう有意の増加傾向は認められなかった。

喫煙関連の悪性新生物と喫煙関連の非新生物疾患で、死亡率と累積線量との関連が異なるのは、喫煙による影響（リスク）は、悪性新生物が非新生物疾患より大きいことに起因していることが考えられる。

食道、肝臓および肺の悪性新生物の死亡率、また非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫の死亡率に、累積線量にともなう有意の増加傾向が認められた。

なお、多重比較法では、これらすべての悪性新生物は有意ではなかった。

この放射線疫学調査では、一人当たりの平均観察期間が 10.9 年と短いため、これらの悪性新生物の死亡率は、累積線量との有意の関連を偶然示した可能性についても否定できない。特に、非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫は、死亡数が少なく不確実性が高いと考えられ、また欧米の放射線疫学調査においても累積線量との有意の関連を示す事例は多くない。

(3) 統計学的関連の解釈


疫学調査においては、ある要因と疾病との関係が統計学的に有意な関連を示したとしても、バイアスや偶然によるデータの偏りや交絡因子の影響の有無を十分検討する必要がある。さらに因果関係を判断するためには、データの関連性が強いことのみならず、用量-反応関係が認められること、複数の研究結果で一致した傾向を示していることおよび医学的・生物学的に合理的な説明が付くこと等が求められる。

この放射線疫学調査では、着目すべき死因の一つである白血病を除く全悪性新生物および一部の悪性新生物（食道、肝臓、肺）に、累積線量との有意の関連が認められたが、これは喫煙等の発がんに関連する生活習慣等が交絡している可能性を否定できない。また非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫については死亡数が少なく不確実性が高い。

さらに、累積線量との有意の関連を認めた一部の悪性新生物（食道、肝臓、肺）、非ホジキンリンパ腫および多発性骨髄腫の結果は、欧米の放射線疫学調査の結果と一致しているとは認められず、またこれらの結果に対して医学的・生物学的な観点から合理的な説明を加えることもできない。

3. 4 第Ⅴ期調査の評価

本第Ⅴ期調査では、生活習慣調査回答者 75,442 人を含む日本人成人男性の放射線業務従事者 204,103 人を対象にした 2010 年までの追跡調査に基づいて、累積線量と死亡率との関連を検討した。

本疫学調査において、全死亡に累積線量との関連は観察されなかった。また、放射線被ばくに関連が強いといわれている白血病（慢性リンパ性白血病を除く）においても有意な関連が認められなかった。多くの部位別の悪性新生物や非新生物疾患に累積線量との統計的に有意な関連は観測されていないが、一部の疾患においてみられた累積線量との関連は、喫煙等の放射線以外の要因による交絡の影響を含む可能性が高いことを示唆する結果が得られた。従って、現状では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしていると結論付けることはできない。