福島原発事故緊急作業従事者における低線量放射線被ばくと自己申告に基づく白内障診断との関連

【発表のポイント】

- 福島第一原子力発電所事故の緊急作業に従事し、疫学調査に参加した男性 5,773 人を対象に、放射線被ばくと自己申告による白内障の診断との関連を調べました。
- 対象者の 2011 年 11 月までの職業上の被ばく線量は平均 26.1 mSv で、90%以上が 100 mSv 未満でした。
- 累積被ばく線量とその後に診断された白内障のリスクとの間に正の関連が確認されました。累積線量が 50 mSv 以上の者では、白内障リスクの明らかな上昇が認められました。
- 本研究では、被ばく線量が高い人ほど眼科検査を受ける機会が多かったことによる検出バイアスの可能性や、白内障の診断を本人の回答に基づいて把握していることなどの限界があり、低線量放射線被ばくが白内障を引き起こしたと結論することはできません。今後、眼科検査による客観的な評価を取り入れた研究による検証が必要です。

【発表内容】

2011 年 3 月の東日本大震災に伴う津波に起因する福島第一原子力発電所事故に伴う緊急対応作業には約 2 万人の作業員が従事し、その際、緊急被ばく限度は 100 mSv (注 1) から 250 mSv へ一時的に引き上げられました。この間、通常より高い線量を受けた方がいることに加えて、緊急時の過酷な作業に伴う心身の負担が作業員の健康に及ぼす影響が懸念されます。このことを受け、「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究（NEWS）」（以下「NEWS 研究」と略記）が 2014 年に開始されました。

このたび、労働安全衛生総合研究所労働者放射線障害防止研究センターの研究グループは、NEWS 研究の参加者を対象に、累積職業性放射線被ばくと白内障発症リスクとの関連について調べました。

水晶体 (注 2) は放射線 (注 3) 感受性の高い組織の一つであり、高線量の放射線被ばくによって白内障 (注 4) が生じることはよく知られています。一方、100 mGy (注 5) 未満の低線量放射線被ばくでも白内障の発症リスクが高まるかどうかについては、科学的根拠が十分ではありませんでした。これまで、100 mGy 未満の低線量被ばくと白内障との関連を報告した大規模コホート研究は、米国放射線技師研究のみです。同研究では、水晶体線量 100 mGy 未満に限定した解析においても、1 mGy 当たりの過剰ハザード比 (注 6) は 1.16×10^{-3}（95%信頼区間：0.11×10^{-3}～2.31×10^{-3}）と有意な関連が認められました（Little et al. Eur J Epidemiol. 2018）。

解析対象は、NEWS 研究のベースライン調査（2016～2021 年）に参加した福島第一原子力発電所事故緊急作業従事者のうち、女性、2012 年より前に白内障と診断された者などを除外した男性 5,773 人としました。厚生労働省の東電福島第一原発作業員長期健康管理システムと、放射線影響協会に設置された放射線従事者中央登録センターから得られた線量データを統合し、2011 年 11 月までの累積生涯職業性被ばく線量を算出しました。対象者の累積生涯職業性被ばく線量は平均

26.1 mSv で、対象者の 90%以上が 100 mSv 未満でした。被ばく線量は、主として作業員が身体に装着していた個人線量計の記録と、内部被ばくの記録を用いて評価しました。

白内障の発症は、第 1 回（2016～2021 年）および第 2 回（2020～2024 年）調査の質問票を用いて、医師から白内障と診断されたことがあるかどうかを本人の回答により把握しました。さらに、報告された発症年齢と 2011 年時点の年齢を比較し、2012 年以降の新規発症例を同定しました。統計解析では、年齢、所属、BMI、飲酒、喫煙、糖尿病などの交絡因子[注 7]を調整し、放射線被ばく線量と白内障との関連を評価しました。

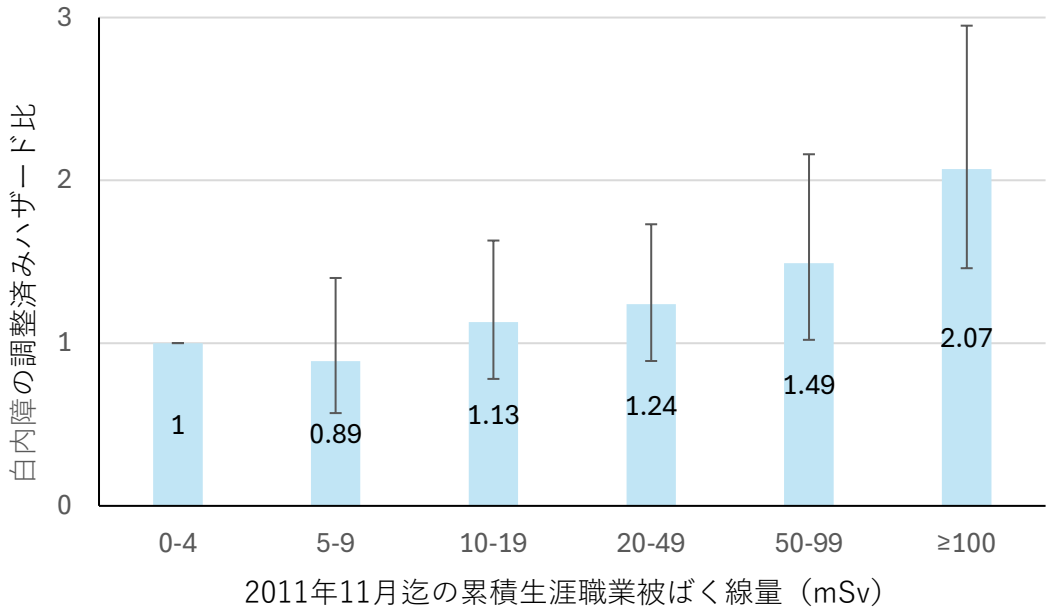
2012～2024 年の平均 9.2 年間、合計 52,921 人年の追跡期間中に、310 人が新たに白内障と診断されました。累積生涯職業性放射線被ばく線量は白内障発症リスクの上昇と関連しており、線量が 10 mSv 増加するごとのハザード比[注 8]は 1.03（95%信頼区間：1.02～1.05）でした。すなわち、被ばく線量が 10mSv 高いごとに、その後に白内障と診断されるリスクが約 3%高いことが観察されました。累積被ばく線量 100 mSv 未満に限定した解析でも、10 mSv 増加するごとのハザード比は 1.06（95%信頼区間：1.01～1.11）であり、同様の関連が認められました。

被ばく線量区分別の解析では、0～4 mSv 群を基準としたハザード比は、50～99 mSv 群で 1.49（95%信頼区間：1.02～2.16）、100 mSv 以上群で 2.07（95%信頼区間：1.46～2.95）でした（図）。低い線量区分では明確なリスク上昇は認められませんでしたが、累積被ばく線量が 50 mSv 以上の群で白内障発症リスクの上昇が観察されました。また、2011 年 3～11 月の緊急作業期間中の被ばく線量に限った解析でも、線量の増加に伴う白内障発症リスクの上昇が認められました。

本研究では、累積被ばく線量と自己申告による白内障発症リスクとの関連が観察されました。累積被ばく線量が 100 mSv 未満の対象者に限定した解析でも関連が認められたことから、低線量放射線被ばくと白内障との関連についての疫学的知見に貢献する結果と考えられます。

一方、本研究には、被ばく線量が高かった作業員ほど眼科検査を受ける機会が多かったことによる検出バイアス[注 9]の可能性、白内障の診断歴を本人の回答によって把握したこと、白内障のタイプや重症度に関する情報がなかったことなどの限界があります。このため、低線量放射線被ばくが白内障を引き起こしたと結論することはできません。低線量放射線被ばくと眼の健康との長期的な関連を明らかにするためには、眼科検査による白内障の客観的な評価を取り入れた継続的な追跡研究が必要です。

図 1. 累積生涯職業性被ばく線量と白内障リスクとの関連



※ 青色の棒は調整済みハザード比、縦線は 95%信頼区間を示す。
※ 「0-4 mSv」群を基準として各群の白内障の発症リスクを示している。

【論文情報】
雑誌： International Journal of Epidemiology
掲載情報： 2026; 55(3):dyag063
論文タイトル： Low-dose radiation exposure and risk of self-reported cataract in Fukushima nuclear emergency workers
著者： Huan Hu, Natsuko Hatsusaka, Mark P. Little, Osamu Kurihara, Eunjoo Kim, Hiroshi Sasaki, Tetsuya Mizoue, Toshiteru Okubo
DOI： 10.1093/ije/dyag063
URL： https://academic.oup.com/ije/article/55/3/dyag063/8688227

【用語解説】
注1 mSv（ミリシーベルト）
放射線が人体にどの程度の影響を与えるかを表す単位。数値が大きいほど、人体への影響が大きいことを示します。
注2 水晶体
目の中にあるレンズのような部分で、見たいものにピントを合わせる働きをします。
注3 放射線
エネルギーを持った粒子や電磁波が空間を伝わっていく現象のことです。
注4 白内障
目の中の水晶体が白く濁り、視界がかすんだり見えにくくなったりする病気です。白内障は、水晶体のどの部分が濁るかによって、主に「皮質白内障」「核白内障」「後嚢下白内障」などのタイプに分類されます。特に後嚢下白内障は放射線被ばくとの関連があるとされ、皮質白内障

についても関連が報告されています。

注5 mGy（ミリグレイ）

放射線が物質（人体を含む）にどれだけ吸収されたかを表す単位。数値が大きいほど、吸収された放射線の量が多いことを示します。mGy（ミリグレイ）と mSv（ミリシーベルト）の違いは、前者が「物質が受けたエネルギー量（吸収線量)」、後者が「人体への影響の大きさ（実効線量)」を表す点にあります。X 線やガンマ線では、1 mGy =1 mSv とみなされますが、放射線の種類や被ばく部位によって異なる場合があります。

注6 過剰ハザード比と 95%信頼区間

過剰ハザード比は、放射線被ばくがない場合の発症リスクを基準として、放射線被ばく量の増加に伴って病気の発症リスクがどの程度増加するかを表す指標です。値が 0 より大きいほど、被ばく量の増加に伴って発症リスクが高くなることを示します。95%信頼区間は、統計的推定値が含まれると考えられる範囲を示し、この範囲に 0 を含まない場合は、統計学的に有意な関連があると判断されます。

注7 交絡因子

調べたい要因と疾病との関連を調べる際、両者に関連している他の要因があると、調べたい要因と疾病との関連が歪められることがあります。そうした他の要因を交絡要因と呼びます。

注8 ハザード比と 95%信頼区間

ハザード比は、ある要因（本研究では放射線被ばく）への曝露がある群とない群とで、一定期間内に健康アウトカム（本研究では白内障）が発生するリスクの比を示す指標です。1 より大きいほど発症しやすく、1 より小さいほど発症しにくいことを意味します。95%信頼区間は、統計的推定値の不確実性を示す範囲です。一般に、この範囲に 1 を含まない場合は統計学的に有意な関連があると判断されます。

注9 検出バイアス

研究において、グループごとに結果の調べ方や評価のしかたが異なることで生じる偏りのことです。例えば、放射線被ばくが多い人は眼の検査を受ける機会が多く、白内障が見つかりやすくなります。一方で、被ばくが少ない人は検査の機会が少なく見逃されやすいため、両者の差が実際より大きく見えてしまうことがあります。