資料９－２

2011 年以降に公表された主な放射線疫学研究文献

2014-12-26

放射線医学総合研究所　吉永信治

１．原子力施設作業者

Ｎ－１．

Merzenich H, Hammer GP, Tröltzsch K, Ruecker K, Buncke J, Fehringer F, Blettner M. Mortality risk in a historical cohort of nuclear power plant workers in Germany: results from a second follow-up. Radiat Environ Biophys. 2014 May;53(2):405-16.

・研究デザイン

　コホート研究

・対象者

　ドイツの原子力施設作業者 8,972 人。うち女性は 226 人（2.5%）。

・観察期間

　1991～2008 年。

・エンドポイント

　生死を全死亡、がん死亡、白血病死亡など。生死は居住地の住民登録、死因は地方の保健当局への照会により確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

　フィルムバッジを用いた個人モニタリング。男性の累積実効線量の平均と中央値は 29.5mSv、5.7mSv。

・交絡因子の調整

　正社員のみが対象集団のため、社会経済状況（SES）は集団内で均一とみなし、特に交絡因子の調整は行われていない。

・主な結果

　観察死亡数と標準化死亡比 (SMR)は、全死因で 310、0.50 [95%CI：0.45,0.56]、全がんで 126、0.65[95%CI：0.51,0.82]、白血病で 7、1.23[95%CI：0.42,2.84]であった。線量反応の解析では統計学的に有意なリスクは見られず、1mSv あたりのハザード比は、全がんで 0.999[95%CI：0.997,1.001]、慢性リンパ性白血病を除く白血病で 1.004 [95％CI：0.997,1.011]などであった。

Ｎ－２．

Zablotska LB, Lane RS, Thompson PA. A reanalysis of cancer mortality in Canadian nuclear workers (1956-1994) based on revised exposure and cohort data. Br J Cancer. 2014 Jan 7;110(1):214-23.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

カナダの原子力施設作業者 45,656 人。うち女性は 7,619 人（16.8%）。

・観察期間

1956～1994 年。

・エンドポイント

全死亡。国の死亡データベースとの照合により確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

国の線量登録のデータを使用。外部被ばくおよび内部被ばくともに個人モニタリングの数値。中性子あるいは高い内部被ばくを受けた作業者は除外。累積線量の平均は 21.64mSv。

・交絡因子の調整

社会経済状況（SES）の情報を収集し、解析で調整。

・主な結果

1Sv あたりの固形がん過剰相対リスクは、カナダ原子力公社(AECL)の初期の作業者 3,088 人では 7.87[95%CI：1.88,19.5]であったが、それ以外の作業者 42,228 人では －1.20[95%CI：<－1.47,2.39]となり、両者で線量反応が有意に異なった。また、白血病のリスクは、初期の AECL 作業者で負の値となったが、他の作業者では有意でない増加が見られた。トリチウムとガンマ線による線量を分けて解析した場合、トリチウム被ばくによるリスク上昇の証拠はなかった。

Ｎ－３．

Metz-Flamant C, Laurent O, Samson E, Caër-Lorho S, Acker A, Hubert D, Richardson DB, Laurier D. Mortality associated with chronic external radiation exposure in the French combined cohort of nuclear workers. Occup Environ Med. 2013 Sep;70(9):630-8.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスの原子力施設作業者 59,021 人。

・観察期間

1968～2004 年。

・エンドポイント

固形がん死亡、白血病死亡、循環器疾患死亡など。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

フィルムバッジを用いた個人モニタリング。累積線量の平均は 22.5mSv。

・交絡因子の調整

不明。

・主な結果

固形がん、白血病、循環器疾患による死亡は、それぞれ 2312、78、1468 人。1Sv あたりの過剰相対リスク（ERR）は、固形がん、慢性リンパ性白血病を除く白血病、虚血性心疾患、脳血管疾患で正の値だが有意ではなかった。また、骨髄性白血病では 1Sv あたりの ERR が有意であった。

Ｎ－４.

Akiba S, Mizuno S. The third analysis of cancer mortality among Japanese nuclear workers, 1991-2002: estimation of excess relative risk per radiation dose. J Radiol Prot. 2012 Mar;32(1):73-83.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

日本の原子力施設作業者 200,583 人。全員男性。

・観察期間

1991～2002 年。

・エンドポイント

がん死亡。生死を住民票の写しにより確認し、死因は人口動態統計との照合によって確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

フィルムバッジ等を用いた個人モニタリング。平均累積線量は 12.2mSv。

・交絡因子の調整

居住地域を調整。

・主な結果

死亡数と 1Sv あたり過剰相対リスク（ERR）は、白血病を除く全がんで 2,636、1.26 [95%CI：−0.27, 3.00]、白血病で 80、−1.93 [95%CI：−6.12,8.57]となった。また、1Sv あたり ERR は、アルコール関連がんで 4.64[95%CI：1.13,8.91]、白血病とアルコール関連がんを除いた全がんで 0.20[95%CI：−1.42,2.09]となり、アルコール消費による交絡が疑われた。

Ｎ－５．

Guseva Canu I, Jacob S, Cardis E, Wild P, Caër S, Auriol B, Garsi JP, Tirmarche M, Laurier D. Uranium carcinogenicity in humans might depend on the physical and chemical nature of uranium and its isotopic composition: results from pilot epidemiological study of French nuclear workers. Cancer Causes Control. 2011 Nov;22(11):1563-73.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスのウラン加工施設作業者 2,097 人。

・観察期間

1960～2006 年。

・エンドポイント

全死亡。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

施設別の Job-exposure matrix を用いて評価。フィルムバッジを用いた個人モニタリング。

・交絡因子の調整

社会経済状況その他の因子を調整。

・主な結果

単位ウランばく露量あたりのハザード比は、肺がんおよびリンパ造血器がんでそれぞれ、1.14[95%CI：1.00,1.31]および 1.20[95%CI：1.01,1.43]となった。これらのハザード比は、ウラン化合物の溶解度の減少に伴い上昇した。

Ｎ－６．

Boice JD Jr, Cohen SS, Mumma MT, Ellis ED, Eckerman KF, Leggett RW, Boecker BB, Brill AB, Henderson BE. Updated mortality analysis of radiation workers at Rocketdyne (Atomics International), 1948-2008. Radiat Res. 2011 Aug;176(2):244-58.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

アメリカのロケットダイン（アトミックインターナショナル）社の職員 46,970 人。うち女性は 9,958 人（21.2%）。

・観察期間

1948～2008 年。

・エンドポイント

全死亡。National Death Index を含む国の死亡統計データベースとの照合により確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

内部被ばくはバイオアッセイの測定結果と体内動態モデルを用いて計算。外部被ばくの平均累積線量は 13.5mSv。肺への外部被ばくと内部被ばくを合わせた累積線量の平均は 19.0mSv。

・交絡因子の調整

給料の支給法（時間給、給料）を社会経済状況の指標および生活習慣の代替として調整。

・主な結果

全死因、全がん、肺がん、慢性リンパ性白血病（CLL）を除く白血病の標準化死亡比はそれぞれ、0.82[95%CI：0.78,0.85]、0.88[95%CI：0.81,0.95])、0.87[95%CI：0.76,1.00]、1.04[95%CI：0.67,1.53]でともに有意な増加はなかった。また、Cox 回帰による解析では、いかなるがんについても有意な線量反応の傾向性は見られず、100mSv での相対リスクは、白血病を除く全がんで 0.98[95%CI：0.82,1.17]、CLL を除く白血病で 1.06[95%CI：0.50,2.23]であった。ウランによる内部被ばくが肺がんや腎がんのリスクを有意に上昇させることはなかった。

Ｎ－７．

Samson E, Telle-Lamberton M, Caër-Lorho S, Bard D, Giraud JM, Metz-Flamant C, Neron MO, Quesne B, Acker A, Tirmarche M, Hill C. Cancer mortality among two different populations of French nuclear workers. Int Arch Occup Environ Health. 2011 Aug;84(6):627-34.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスの原子力施設作業者 29,204 人。

・観察期間

1968～1994 年。

・エンドポイント

全死亡。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

光子による外部被ばくは個人線量計で測定。内部被ばくと中性子被ばくの可能性のある作業者は職場での測定結果と作業内容から推定。男性の累積実効線量の平均と中央

値は 29.5mSv、5.7mSv。

・交絡因子の調整

不明。

・主な結果

観察死亡数は光子への外部被ばくだけある作業者 14,796 人のうち 645 人、内部被ばくと中性子被ばくの可能性のある作業者 14,408 人のうち 1,197 人。後者における悪性黒色腫の標準化死亡比は、2.41[90%CI：1.39,3.90]であった。有意な線量反応は、前者における慢性リンパ性白血病を除く白血病、後者におけるタバコあるいはアルコール関連のがんとその他の疾患で見られた。

Ｎ－８．

Metz-Flamant C, Samson E, Caër-Lorho S, Acker A, Laurier D. Solid cancer mortality associated with chronic external radiation exposure at the French atomic energy commission and nuclear fuel company. Radiat Res. 2011 Jul;176(1):115-27.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスの原子力施設作業者 36,769 人。うち女性は 6,683 人（18.2%）。

・観察期間

1968～2004 年。

・エンドポイント

全固形がん死亡。生死は人口動態登録の情報、死因は全国死因登録を用いて確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

外部被ばく線量を個人線量計で測定。中性子による線量は考慮せず。累積線量の平均は 12.1mSv。

・交絡因子の調整

雇用された会社と社会経済状況を調整。

・主な結果

全死因と全固形がんの標準化死亡比（SMR）はそれぞれ、0.64[95%CI：0.62,0.66] 、0.70[95%CI：0.67,0.74]で統計学的に有意に 1 を下回った。胸膜がんは累積外部被ばく線量との関連がなかったが、SMR が 1.67[95%CI：1.17,2.32]と有意に 1 を上回り、過去のアスベストばく露の影響が示唆された。悪性黒色腫も線量とは関連がないものの、SMR が 1.64[95%CI：1.17,2.24]であった。1Sv あたりの過剰相対リスクは、全固形がんで 0.46[90%CI:－0.48,1.54]と有意ではなかったが、点推定値は原爆被爆者で推定される数値 0.26 よりも高かった。また、線量の増加に伴い統計学的に有意にリスクが増加する傾向性が口腔・咽頭がん（ERR/Sv：6.11[90%CI: 0.64; 14.95]）、 鼻腔がん

（ERR/Sv： 8.57 [90%CI：－0.16,27.67]）、および悪性黒色腫を除く皮膚がん（52.71[95%CI：<0,373.0]で見られた。肺がんの ERR は正の値であったが、有意でなかった（0.94[90%CI：－0.83,3.25]）。

N－9．

Richardson DB, Wing S. Evidence of confounding by smoking of associations between radiation and lung cancer mortality among workers at the Savannah River Site. Am J Ind Med. 2011 Jun;54(6):421-7.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

米国のサバンナリバー原子力施設作業者 13,265 人。全員男性。

・観察期間

1950～2002 年。

・エンドポイント

肺がん死亡など。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

外部被ばくとトリチウムによる内部被ばくの線量を推定。

・交絡因子の調整

正社員のみが対象集団のため、社会経済状況（SES）は集団内で均一とみなし、特に交絡因子の調整は行われていない。

・主な結果

100mSv での肺がん相対リスクは喫煙を間接的に調整前後で 0.90[90%CI：0.80-1.01] および 1.33[90%CI：1.01,1.77]となり、喫煙による負の交絡が示唆された。