

## 2 . チェルノブイリ事故処理作業者

## C - 1 .

Rahu K, Bromet EJ, Hakulinen T, Auvinen A, Uusküla A, Rahu M. Non-cancer morbidity among Estonian Chernobyl cleanup workers: a register-based cohort study. *BMJ Open*. 2014 May 14;4(5):e004516.

## ・研究デザイン

コホート研究

## ・対象者

エストニアのチェルノブイリ事故処理従事者 3,680 人とランダム抽出された一般住民 7,631 人。全て男性。

## ・観察期間

2004～2012 年。

## ・エンドポイント

非がん疾患の罹患。健康保険傷病名を用いて確認。

## ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

軍のパスポートに記録されている公式線量。平均 99mGy、中央値 89mGy、範囲 0.0-545mGy。

## ・交絡因子の調整

教育歴、民族。

## ・主な結果

神経、消化器、筋骨格系、虚血性心疾患および外因疾患による罹患が増加した。重要な疾患として、甲状腺疾患（率比 1.69、95%信頼区間 1.38-2.07）意図した自傷（率比 1.47、95%信頼区間 1.04-2.09）一部のアルコール関連疾患（率比 1.25、95%信頼区間 1.12-1.39）に過剰リスクが観察された。ストレス反応、うつ、頭痛、睡眠障害には罹患増加はなかった。

## C - 2 .

Ostroumova E, Gudzenko N, Brenner A, Gorokh Y, Hatch M, Prysyzhnyuk A, Mabuchi K, Bazyka D. Thyroid cancer incidence in Chornobyl liquidators in Ukraine: SIR analysis, 1986-2010. *Eur J Epidemiol*. 2014 May;29(5):337-42.

## ・研究デザイン

コホート研究

## ・対象者

ウクライナのチェルノブイリ事故処理従事者 150,813 人。主として男性。

- ・ 観察期間
  - 1986 年（あるいは処理作業登録年）～ 2010 年。
- ・ エンドポイント
  - 甲状腺がん罹患。ウクライナ全国がん登録と照合。ウクライナ全体の甲状腺がん罹患率を標準罹患率として標準化罹患率を計算
- ・ 曝露評価（被ばく線量の推定方法）
  - 処理作業開始年
- ・ 交絡因子の調整
  - 年齢、暦年
- ・ 主な結果
  - 196 例の甲状腺がんを観察し、標準化罹患比は 3.50（95%信頼区間 3.04-4.03）であった。処理作業開始年が 1986 年の場合、標準化罹患比は 3.83（95%信頼区間 3.26-4.57）であり、それ以降の開始年の場合より高かった。また、観察開始から 10-18 年後にあたる 1995-1999 年における標準化罹患比は 4.62（95%信頼区間 3.47-6.15）、2000-2004 年における標準化罹患比は 4.80（95%信頼区間 3.78-6.10）と他の期間より高かった。これらの結果は、チェルノブイリ事故処理従事者における甲状腺がん罹患増加を示す証拠を支持するが、改善された診断精度の影響の可能性もあり、より大きな集団で確認する必要がある。

C - 3 .

Rahu K, Hakulinen T, Smailyte G, Stengrevics A, Auvinen A, Inskip PD, Boice JD Jr, Rahu M. Site-specific cancer risk in the Baltic cohort of Chernobyl cleanup workers, 1986-2007. *Eur J Cancer*. 2013 Sep;49(13):2926-33.

- ・ 研究デザイン
  - コホート研究
- ・ 対象者
  - エストニア、ラトビア、リトアニアのチェルノブイリ事故処理従事者 17,040 人。全て男性。
- ・ 観察期間
  - 1986～2007 年。
- ・ エンドポイント
  - 全がんおよび部位別がんの罹患。国のがん登録を用いて確認。
- ・ 曝露評価（被ばく線量の推定方法）
  - 軍のパスポートに記録されている公式線量。内部被ばくの考慮なし。平均は 109mGy。
- ・ 交絡因子の調整

交絡因子の調整なし。

・主な結果

特定の死因の割合の大きさを示す Proportional Incidence Ratio (PIR)を指標にがんリスクを評価した場合、甲状腺がんの PIR は 2.76[95%CI : 1.63,4.36]と有意に 1 を上回った。特に事故直後の 1986 年 4~5 月に作業を開始した作業員では、甲状腺がん PIR が 6.38[95%CI : 2.34,13.89]とかなり高かった。食道がんの PIR も 1.52[95%CI : 1.06,2.11]と高かった。エストニアの作業員に解析を限定し、標準化罹患比 (Standardized Incidence Ratio; SIR) を算出した場合、前立腺がんを除くすべてのがんで SIR は 1.08[95%CI : 0.93-1.23]、前立腺がんでは 0.88[95%CI : 0.47-1.51]でともに上昇していなかった。

C - 4 .

Rahu K, Auvinen A, Hakulinen T, Tekkel M, Inskip PD, Bromet EJ, Boice JD Jr, Rahu M. Chernobyl cleanup workers from Estonia: follow-up for cancer incidence and mortality. J Radiol Prot. 2013 Jun;33(2):395-411.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

エストニアのチェルノブイリ事故処理従事者 4,810 人。全て男性。

・観察期間

がん罹患は 1986 ~ 2008 年。死亡は 1986 ~ 2011 年。

・エンドポイント

全がん罹患と全死亡。国のがん登録および人口登録と死因登録との照合により確認。

・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)

作業員の記録から抽出された公式線量。外部被ばくのみ考慮。平均と中央値は 99mGy と 88mGy。

・交絡因子の調整

交絡因子の調整なし。

・主な結果

標準化罹患比 (SIR) は、全がんで 1.06[95%CI : 0.93,1.20]であった。咽頭がん、食道がん、およびアルコール関連がん全体では SIR がそれぞれ、2.41[95%CI : 1.38,3.91]、2.38[95%CI : 1.23,4.15]、1.42[95%CI : 1.09,1.80]で有意に 1 を上回った。一方、甲状腺がん、白血病、放射線関連がん全体では、SIR が 1.41[95%CI : 0.17,5.10]、1.22[95%CI : 0.49,2.51]、1.06[95%CI : 0.88,1.24]で明瞭な増加の証拠はなかった。標準化死亡比 (SMR) は、全死因で 1.02[95%CI : 0.96,1.08]であった。また SMR は口腔・咽頭がん、アルコール

ル関連がん全体、自殺でそれぞれ、1.82[95%CI : 1.11,2.81]、1.64[95%CI : 1.23,2.15]、1.30[95%CI : 1.05,1.60]で過剰な死亡が見られた。作業場所への到着年よりも滞在期間のほうが、死亡率増加に関連していた。このコホートに対する26年の追跡調査からは、放射線に起因する明確な健康影響を示されなかったが、自殺の上昇は引き続き見られた。

C - 5 .

Zablotska LB, Bazyka D, Lubin JH, Gudzenko N, Little MP, Hatch M, Finch S, Dyagil I, Reiss RF, Chumak VV, Bouville A, Drozdovitch V, Kryuchkov VP, Golovanov I, Bakhanova E, Babkina N, Lubarets T, Bebesko V, Romanenko A, Mabuchi K. Radiation and the risk of chronic lymphocytic and other leukemias among Chernobyl cleanup workers. Environ Health Perspect. 2013 Jan;121(1):59-65.

- ・研究デザイン

- コホート内症例対照研究

- ・対象者

- ウクライナのチェルノブイリ事故処理従事者 110,645 人からの症例 137 人と対照 863 人。全て男性。

- ・観察期間

- 1986 ~ 2006 年。

- ・エンドポイント

- 白血病罹患。1986 ~ 2000 年は様々な検査で確認。2001 ~ 2006 年は国のがん登録との照合により確認。ともに専門家による国際パネルにより検証。

- ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

- 質問票から得られた作業歴の情報と環境測定の結果から推定する RADRUE と呼ばれる線量再構築法を用いて個人の骨髄線量を推定。平均は症例で 132.3mGy、対照で 81.8mGy。

- ・交絡因子の調整

- 症例と対照で居住地をマッチング。教育歴、喫煙習慣、飲酒習慣、医療被ばくなどについて面接調査。

- ・主な結果

- 白血病全体では有意な線量反応が見られた（1Gyあたりの過剰相対リスク(ERR/Gy) = 1.26[95%CI : 0.03, 3.58]）。また、慢性リンパ性白血病（CLL）とCLL以外の白血病ではERR/Gyはそれぞれ、0.76と1.87とともに有意ではなかった。化学療法を開始後2年以内に直接面接調査を行った20例では、ERR/Gy = -0.47[95%CI : < -0.47, 1.02]であったが、これらを除いた残りの117症例では、ERR/Gyが2.38 [95%CI: 0.49, 5.87]とな

り、両者で線量反応が有意に異なった。また、後者の集団ではCLLとCLL以外の白血病では、ERR/Gyはそれぞれ、2.58[95%CI : 0.02, 8.43]と2.21[95%CI : 0.05, 7.61]となった。

#### C - 6 .

Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK, Malakhova IV, Kurtinaitise J, Stengrevics A, Tekkel M, Chekin S, Drozdovitch V, Gavrilin Y, Golovanov I, Kryuchkov VP, Maceika E, Mirkhaidarov AK, Polyakov S, Tenet V, Tukov AR, Byrnes G, Cardis E. Risk of thyroid cancer among Chernobyl liquidators Radiat Res. 2012 Nov;178(5):425-36.

##### ・研究デザイン

コホート内ケースコントロール研究

##### ・対象者

甲状腺患者 107 人、コントロール 423 人。全て男性。

##### ・観察期間

2004～2012 年。

##### ・エンドポイント

非がん疾患の罹患。健康保険傷病名を用いて確認。

##### ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

甲状腺の個人線量を推定（ヨード 131 による内部被ばくを含む）。コントロールの中央値 66mGy、範囲 0.13-1643mGy、うち、ヨード 131 による内部被ばくの中央値 62 mGy、範囲 0-1552mGy。

##### ・交絡因子の調整

教育歴、事故時の職種、所属機関、質問票で把握したリスク要因の一部。

##### ・主な結果

甲状腺がん罹患と甲状腺線量との間に統計的有意な量反応関係がみられた。100mGy における過剰相対リスクは 0.38（95%信頼区間 0.10-1.09）であった。内部線量と外部線量に分けて解析しても、効果は同様であった。甲状腺がんについて、腫瘍の大きさ、リンパ節転移の有無で効果に違いはなかった。

#### C - 7 .

Ivanov VK, Tsyb AF, Khait SE, Kashcheev VV, Chekin SY, Maksioutov MA, Tumanov KA. Leukemia incidence in the Russian cohort of Chernobyl emergency workers. Radiat Environ Biophys. 2012 May;51(2):143-9.

##### ・研究デザイン

## コホート研究

### ・対象者

ロシアのチェルノブイリ事故処理従事者 104,947 人。このうち公式線量を有する 75,685 人 (72%)については線量反応の解析実施。全て男性。

### ・観察期間

1986～2007年。

### ・エンドポイント

白血病罹患。ロシアの全国医学線量登録 ( Russian National Medical Dosimetric Registry ; RNMDR ) に登録された症例。カルテ、病理記録などで検証。

### ・曝露評価 ( 被ばく線量の推定方法 )

全身外部被ばくのガンマ線について RNMDR に登録されている公式線量。平均累積線量は 108mGy。

### ・交絡因子の調整

調整なし。

### ・主な結果

白血病罹患は合計198例で、標準化罹患比 ( SIR ) は1.71[90%CI : 1.41,1.95]。白血病 SIRは1990～1999年の期間に1を有意に上回り、特に1992～1993年は2.75[90%CI : 1.71,4.14]で最大となった。白血病の線量反応の解析では、1Gyあたり過剰相対リスク ( ERR/Gy ) は、0.44[90%CI : - 1.68,2.56]と有意ではなかったが、観察期間が1986～1997年 ( ERR/Gy = 4.98;90%CI: 0.59,14.47)と1998～2007年 ( ERR/Gy = - 1.64; 90%CI : - 2.34,0.88 ) の両期間で有意に異なっていた (  $p<0.01$  )。前者のERR/Gyは原爆被爆者の寿命調査からの推定値 ( 3.9 ) よりやや高かったが、その違いは有意でなかった。慢性リンパ性白血病ではERR/Gyが - 1.83[90%CI : - 3.33,4.48]であった。

## C - 8 .

Gluzman DF, Sklyarenko LM, Nadgornaya VA, Zavelevich MP. Mature B-cell neoplasms in Chernobyl clean-up workers of 1986-1987: summary of cytomorphological and immunocytochemical study in 25 years after Chernobyl accident. *Exp Oncol*. 2011 Mar;33(1):47-51.

### ・研究デザイン

症例報告

### ・対象者

血液腫瘍の疑いにより医療施設で診察を受けたウクライナの除染作業員 403 人。男女の別は記載なし ( おそらく全て男性 )。

### ・観察期間

1996～2010年。

- ・エンドポイント

リンパ造血器の悪性腫瘍罹患。キエフ市およびウクライナ国内の地方病院で診断。

- ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

評価方法は不明。範囲は75～250mGy。

- ・交絡因子の調整

調整なし。

- ・主な結果

403人中285人でリンパ造血器の悪性腫瘍を確認。このうち成熟性B細胞性腫瘍（慢性リンパ性白血病（CLL）、B細胞性リンパ性白血病、有毛細胞白血病、非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫がん）が49.4%を占め、うちCLLが26.1%と最も多かった。また、多発性骨髄腫の割合は6.4%で、一般集団における4.0%よりも有意に高かった。一方、B細胞性慢性リンパ性白血病の割合は1.36%で、一般集団における0.85%と同様であったが、研究対象集団では若年で成熟性B細胞性腫瘍になるという傾向が顕著であった。