

「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」報告書

胃がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

平成24年9月

「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」 参集者名簿

○：座長

氏名	所属・役職・専門
あかし まこと 明石 真言	独立行政法人放射線医学総合研究所 理事 放射線被ばく医療と生化学、血液学
くさま ともこ 草間 朋子	東京医療保健大学 副学長 放射線防護学
そぶえ ともたか 祖父江 友孝	大阪大学大学院医学系研究科 社会環境医学講座環境医学 教授 がん疫学
ばん のぶひこ 伴 信彦	東京医療保健大学 東が丘看護学部 教授 放射線影響・放射線防護
べっしょ まさみ 別所 正美	埼玉医科大学 学長 血液内科学
よねくら よしはる 米倉 義晴	独立行政法人放射線医学総合研究所 理事長 放射線医学

○

(五十音順)

胃がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

第1 胃がんに関する文献レビュー結果

放射線被ばくによる胃がんについては、これまで種々の疫学調査が実施されていることから、「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」は、医学文献のレビューを行った。

文献は、米国立医学図書館(the National Library of Medicine : NLM)が運営する文献検索システム PubMed を用い、キーワードとして放射線被ばく (radiation exposure)、胃がん (gastric cancer、cancer of the stomach、stomach cancer、gastric carcinoma)、疫学 (epidemiology) を用いて、平成 23 年 7 月時点で検索、抽出された 20 編及び平成 24 年 3 月に追加した 1 編の計 21 編をレビューした。

放射線被ばくと胃がんに関する疫学調査は、

- ① 原爆被爆者を対象とした疫学調査
- ② 原子力施設等の放射線作業者を対象とした疫学調査
- ③ 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査
- ④ 高バックグラウンド地域の住民等を対象とした疫学調査

に大別される。

上記の文献のうち、主な結果の概要を以下に示す。なお、今回レビューした胃がんに関する文献一覧を別添 1 に、各文献の概要を別添 2 に示す。

1 原爆被爆者を対象とした疫学調査

文献 No. 1 寿命調査 (Life Span Study : LSS) の最新の報告 (K. Ozasa ら、2012)

対象者 86,611 人について 1950 年から 2003 年まで追跡した結果、胃がんの 1Gy 当たりの過剰相対リスク (ERR/Gy) は 0.28/Gy (95%CI: 0.14-0.42)、過剰絶対リスク (EAR) は $4.1/10^4$ /人年/Gy (95%CI: 2.1-6.7) であった。

なお、胃がんについて被ばく線量で区分したリスクの解析は行われていない。

文献 No. 2 寿命調査 (LSS: Life span study) 対象集団のうち 105,427 人を 1958 年から 1998 年まで追跡した解析 (D. L. Preston ら、2007)

LSS 集団を対象とした解析であり、30 歳で被ばくした者の 70 歳における胃がん発生の ERR は 0.34/Gy (90%CI: 0.22-0.47) で、EAR は 9.5/10,000 人年 Gy (90%CI: 6.1-14) であった。

ベースラインに顕著なコホート効果が見られ、ERR で見た場合、被ばく時年齢の影響はほとんどなかった。また、ERR に関して 0-2Gy (DS02) の範囲で直線的な線量反応関係 ($p < 0.001$) が認められた。

なお、被ばく線量で区分したリスクの解析は行われていない。

文献 No. 3 LSS 対象集団のうち、0–20mSv (DS86) の者の 1950 年から 1990 年までの追跡データを解析した調査 (G. Dropkin、2007)

胃がんについては、非線形な二相性モデルがフィットし、ERR/10mSv は 0.46 (95%CI:0.11–0.94) であった。

二相性モデルをフィットさせた場合、0–20mSv の範囲でも ERR は 0 より有意に大きくなり、二相性モデルによる最小潜伏期間の最良推定値は 11.89 年であった。

文献 No. 4 広島大学原爆放射線医科学研究所の対象集団 35,123 人を 1968 年から 1989 年まで追跡した疫学調査 (M. Matsuura ら、1997)

線量区分ごとのリスクを解析しており、被ばく線量が 2.0–2.99Gy 群で胃がん死亡の相対リスク (RR) が 1 より有意に大きかった。

なお、観察期間内で RR に時間的変化は認められていない。

文献 No. 6 LSS 対象集団のうち長崎腫瘍登録の 17,936 人を 1959 年から 1978 年まで追跡した疫学調査 (T. Wakabayashi ら、1983)

線量区分ごとのリスクを解析しており、被ばく線量が 100rad 以上の群で、胃がん発生の RR が 1.45 (90%CI : 1.11–1.89) で有意な上昇がみられた。剖検ないし外科的に確認された症例に限定した場合、RR は 1.30 (90%CI : 0.93–1.80) となり、統計的に有意でなくなった。

1975 年から 1978 年の期間に胃がん発生率が顕著に増加していた。

文献 No. 7 LSS 対象集団のうち 79,586 人を 1950 年から 1977 年まで追跡した疫学調査 (H. Matsuura ら、1984)

線量区分ごとのリスクを解析しており、被ばく線量が 200rad 以上の群で胃がん発生の RR が 1.6 ($p < 0.001$) であった。リスクの上昇は、被ばく時年齢 30 歳未満で顕著に認められた。

胃がんの平均潜伏期間は 20 年前後であった。

対照群と低線量群では分化型のがんが多く、高線量群では未分化型のがんが多かった。

文献 No. 8 LSS 対象集団のうち 1961 年から 1974 年までの間に剖検された 4,694 例を対象とした疫学調査 (T. Yamamoto ら、1978)

全剖検例に占める胃がんの割合は、高線量群ほど高い傾向がみられた。また、高線量群では浸潤・転移度が高い傾向が認められた。

長崎の被爆者において、全剖検例に占める胃がんの割合が被ばく線量 200rad 以上で有意に増加していた ($p < 0.05$)。tubular medullary type に関して、

浸潤・転移度の高いものの割合が被ばく線量 100rad 以上で有意に増加した。

文献 No. 9 LSS 対象集団のうち 79,560 人を 1950 年から 1973 年まで追跡した疫学調査 (K. Nakamura, 1977)

広島の被爆者において、200rad 以上で胃がんの標準化死亡比 (SMR) が統計的に有意に増加していたが、長崎では一貫した傾向は認められなかった。

広島の被爆者において、被ばく線量が 100-199rad の群で被ばく 10 年後、200rad 以上の群で被ばく 15 年後から胃がんの死亡率が増加する傾向が認められた。

2 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No. 12 原子力発電所作業者の疫学研究に関する文献 11 編のメタアナリシス (E. S. Park ら、2010)

胃がんの SMR は 0.85 (95%CI: 0.78-0.92) で、有意な増加は認められなかった。

文献 No. 13 カナダの原子力産業、工業、医療等における放射線作業員 191,333 人を 1969 年から 1988 年まで追跡した疫学調査 (W. N. Sont ら、2001)

胃がんの標準化罹患比 (SIR) は 0.73 (90%CI: 0.61-0.86) で有意な増加は認められなかった。

なお、対象者の 99.4% は、被ばく線量が 200mSv 未満であった。

3 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No. 14 子宮頸がん患者 180,240 人を対象とした疫学調査 (J. D. Boice ら、1985)

放射線治療を受けた群の胃がんの O/E は 1.0 で、胃がんと放射線被ばくとの関係は認められなかった。潜伏期間を 1 年未満、5 年ごとに分けて RR を求めた結果、一定の傾向は認められなかった ($p = 0.394$)。

文献 No. 16 人工気胸の際に X 線透視を受けた患者 1,047 例を対象とした疫学調査 (J. D. Boice ら、1981)

胃がんによる死亡が 4 例観察され、対照群 (1 例) に比べて高かったが、症例数が少なく、RR は 2.3 (95%CI: 0.3-67) で統計的に有意ではなかった。

対象者は平均 102 回の透視を受けていた。また、胃壁の平均線量は 7rad であった。

文献 No. 17 強直性脊椎炎で放射線治療を受けた患者 14,554 例を対象とした

疫学調査(W. M. Court Brown ら、1965)

1935年から1954年に強直性脊椎炎で放射線治療を受けた患者14,554人を対象に5年から25年間追跡した。

照射野に入る又は強い散乱線を受ける臓器 (heavily irradiated sites) のがん死亡は200例で、期待値127.27に対して高く、O/Eは1.6であった。

一方、照射野外の臓器 (lightly irradiated sites) のがんは期待数52.42に対して60例であり、O/Eは1.1であった。

heavily irradiated sites のがんの中で、胃がんに関しては1960年までの追跡結果で期待値16.03に対して28例、1963年までの追跡結果では、期待値23.62に対して38例で、 $p < 0.025$ で有意に高かった。

4 高バックグラウンド地域の住民を対象とした疫学調査

文献No. 20 中国のYangjiang地域の住民を対象とした疫学調査(Z. Tad ら、2000)

対象者159,254人を1979年から1995年まで追跡し、被ばく線量により低、中、高の3グループに分けて分析した結果、胃がんのRRはそれぞれ0.99、0.96、0.76で、いずれのグループも1.0以下であった。

全グループでみた場合の胃がんのRRは0.91(95%CI:0.60-1.38)であった。平均被ばく線量は6.4mSv/年であった。

第2 文献レビュー結果のまとめ

1 被ばく線量に関するまとめ

(1) 今回レビューした文献について

- ① 胃がんの発症あるいは死亡が統計的に有意に増加する最小被ばく線量について直接的に触れているのは、文献No. 4、No. 6、No. 7、No. 8、No. 9であり、そのうち最小被ばく線量が最も低かったのは、文献No. 6で、100rad (1Svに相当する線量) 以上の被ばく群で、胃がんのリスクの有意な増加が認められたとしている。

なお、これらの文献においては、1Gyより低い被ばく線量における胃がんのリスクは対照群と有意な差があるとは言えないとしているが、「統計的に有意な差がない」という結果は、差があっても偶然生じるばらつきに隠れて検出できない場合もありうるもので、必ずしも「全く差がない」ことを意味していない。

- ② LSSの解析(文献No. 2)では、ERRに関して0-2Gy(DS02)の範囲で直線的な線量反応関係($p < 0.001$)が認められているが、被ばく線量で区分したリスクの解析は行われておらず、また0-20mSvの線量域で、胃がんに関

して非線形な二相性モデルがフィットし、0-20mSv の範囲でも ERR は 0 より有意に大きくなるとの研究（文献 No. 3）もあるが、低線量に限定した解析は交絡因子の影響を受けやすく、例えば遠距離被爆者をどこまで含めるかによって、結果が不安定になることが指摘されている（ICRP Publication. 99）。

③ 上記①、②で言及した以外の疫学調査では、胃がんの発症が統計的に有意に増加する最小被ばく線量の検討は行われていない。

(2) 以上のことから、より小さな影響を調べるためには、胃がんに限定した解析の結果に加え、統計的検出力の高い全固形がんに関する解析に着目して、リスクが有意に増加する被ばく線量を確認することに意義があると考えられる。

2 潜伏期間に関するまとめ

被ばく後胃がんの発症までの期間（潜伏期間）については、広島市の被爆者において、被ばく線量が 100-199rad の群で 10 年後、200rad 以上の群で 15 年後から胃がんの死亡率の上昇が観察されている（文献 No. 9）。また、LSS 対象集団の一部データの 1977 年までの追跡調査によれば、胃がんの平均潜伏期間は 20 年前後である（文献 No. 7）。

第3 全固形がんに関する文献レビューの結果

放射線被ばくと全固形がんの関連については、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）や、UNSCEAR 等の種々の知見に基づいて、放射線防護に関する勧告を行っている国際放射線防護委員会（ICRP）が系統的なレビューを行っている。UNSCEAR 及び ICRP は、これらの結果を踏まえ、数年ごとに報告書を取りまとめており、その報告内容が全固形がんの情報として最も重要である。

一方、国内では、食品安全委員会が行った食品中に含まれる放射性物質に係る食品健康影響評価（平成 23 年 10 月。以下、「食品安全委員会の評価結果」という。）において、疫学調査の系統的なレビューが行われていることから、その結果も参考となると考えられる。

これらを整理すると以下のとおりとなる。

1 全固形がんの有意なリスク増加が認められる最小被ばく線量

UNSCEAR は、2006 年及び 2010 年に報告書を取りまとめており、2006 年報告

書を要約したものとして発表された 2010 年報告書では、固形がんについて「100 から 200mGy 以上において、統計的に有意なリスクの上昇が観察される。」と述べている。

100mSv 未満の被ばくによるがんのリスクの増加については、ICRP が、2007 年勧告で「がんリスクの推定に用いる疫学的研究方法は、およそ 100mSv までの線量範囲でのがんのリスクを直接明らかにする力を持たないという一般的な合意がある。」としている。

一方、食品安全委員会の評価結果では、多数の疫学調査を検討した上で、「食品安全委員会が検討した範囲においては、放射線による影響が見いだされているのは、通常の一般生活において受ける放射線量を除いた生涯における累積の実効線量として、おおよそ 100mSv 以上と判断した。」「100mSv 未満の線量における放射線の健康影響については、疫学研究で健康影響がみられたとの報告はあるが、信頼のおけるデータと判断することは困難であった。種々の要因により、低線量の放射線による健康影響を疫学調査で検証し得ていない可能性を否定することもできず、追加の累積線量として 100mSv 未満の健康影響について言及することは現在得られている知見からは困難であった。」とされている。

2 放射線誘発がんの最小潜伏期間

ICRP の 1990 年勧告 (publication. 60) では、「ヒトでは放射線被ばくとがんの認知とのあいだの期間は多くの年月にわたって続く。この期間は潜伏期と呼ばれる。潜伏期の中央値は誘発白血病の場合約 8 年、乳がんと肺がんのような多くの誘発固形がんの場合はその 2 倍から 3 倍のようである。最小潜伏期は、被ばく後に特定の放射線誘発がんの発生がわかっているかまたは起こったと信じられる最短の期間である。この最小潜伏期は、急性骨髄性白血病については約 2 年であり、他のがんについては 5 から 10 年のオーダーである。」とされている。

第4 胃がんのリスクファクター

がんの主な原因は生活習慣や慢性感染であり、年齢とともにリスクが高まるが、胃がんでは、ピロリ菌、喫煙及び高塩分食品がリスクファクターとして知られている^(注)。

(注) 参考文献

- 1 International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol.1-100, 1987-2011. Lyon, France.
- 2 World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective.

Washington, DC: AICR 2007.

3 International Agency for Research on Cancer. IARC Handbooks for Cancer Prevention, Vol. 1-13. Lyon, France.

第5 結論

上記の文献レビュー等の結果によれば、胃がんと放射線被ばくに関する現時点の医学的知見について、以下のとおり取りまとめることができる。

① 被ばく線量について

胃がんに関する個別の文献のうち、発症あるいは死亡が統計的に有意に増加する最小被ばく線量について直接的にふれた文献の中で、最も低い最小被ばく線量を示した文献では、1Gy 以上の被ばく群でリスクの有意な増加が認められたとしている。なお、この文献では、胃がんに関しては 1Gy 未満では統計的に有意な差があるとは言えないとしているが、統計的な検出力を考えると、このことは必ずしも「全く差がない」ことを意味するものではない。

一方、胃がんを含む全固形がんを対象とした文献レビューでは、被ばく線量が 100 から 200mSv 以上において統計的に有意なリスクの上昇は認められるものの、100mSv 未満での健康影響について言及することは困難であるとされている。

② 潜伏期間について

胃がんに関する個別の文献では、被ばくから 10 年以降に死亡リスクの増加が認められている。

統計的検出力の高い全固形がんを対象とした文献レビューでは、全固形がんの最小潜伏期間は 5 から 10 年程度であるとしている。

③ 放射線被ばく以外のリスクファクター

胃がんには、放射線被ばく以外にピロリ菌、喫煙及び高塩分食品がリスクファクターとして知られている。

胃がんに関する文献一覧

1. K. Ozasa et al. Studies of the mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases. Radiat Res. 2012 Mar;177(3):229–43.
2. D. L. Preston et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. Radiat Res. 2007 Jul;168(1):1–64.
3. G. Dropkin. Low dose radiation and cancer in A-bomb survivors: latency and non-linear dose-response in the 1950–90 mortality cohort. Environ Health. 2007 Jan 18;6:1.
4. M. Matsuura et al. Analysis of cancer mortality among atomic bomb survivors registered at Hiroshima University. Int J Radiat Biol. 1997 May;71(5):603–11.
5. D. L. Preston et al. Studies of the mortality of A-bomb survivors. 8. Cancer mortality, 1950–1982. Radiat Res. 1987 Jul;111(1):151–78.
6. T. Wakabayashi et al. Studies of the mortality of A-bomb survivors, report 7. Part III. incidence of cancer in 1959–1978, based on the tumor registry, Nagasaki. Radiat Res. 1983 Jan;93(1):112–46.
7. H. Matsuura et al. Pathological and epidemiologic study of gastric cancer in atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1959–77. J Radiat Res (Tokyo). 1984 Mar;25(1):111–29.
8. T. Yamamoto et al. Relation of radiation to gastric carcinoma observed in autopsy cases in a fixed population, Hiroshima and Nagasaki, 1961–74. J Radiat Res (Tokyo). 1978 Sep;19(3):213–27.
9. K. Nakamura. Stomach cancer in atomic-bomb survivors. Lancet. 1977 Oct 22;2(8043):866–7.
10. T. Yamamoto et al. Two major histological types of gastric carcinoma among the fixed population of Hiroshima and Nagasaki. Gann. 1971 Oct;62(5):381–7.

11. T.Yamamoto et al. Gastric carcinoma in a fixed population: Hiroshima and Nagasaki. *Gann*. 1970 Oct;61(5):473-83.
12. E. S. Park et al. Radiation exposure and cancer mortality among nuclear power plant workers: a meta-analysis. *J Prev Med Public Health*. 2010 Mar;43(2):185-92.
13. W.N.Sont et al. First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada. *Am J Epidemiol*. 2001 Feb 15;153(4):309-18.
14. J.D.Boice et al. Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An international collaboration among cancer registries. *J Natl Cancer Inst*. 1985 May;74(5):955-75.
15. J.D.Boice. Cancer following medical irradiation. *Cancer*. 1981 Mar 1;47(5 Suppl):1081-90.
16. J.D. Boice et al. Cancer mortality in women after repeated fluoroscopic examinations of the chest. *J Natl Cancer Inst*. 1981 May;66(5):863-7.
17. W.M.Court Brown et al. Mortality from cancer and other causes after radiotherapy for ankylosing spondylitis. *Br Med J*. 1965;2:1327-1332.
18. M.Peters et al. Multiple myeloma and gastric carcinoma. Possible late effects of limited abdominal X-irradiation. *Acta Med Scand*. 1980;208(5):411-5.
19. D.S.Ettinger et al. Gastric carcinoma 16 years after gastric lymphoma irradiation. *Am J Gastroenterol*. 1977 Nov;68(5):485-8.
20. Z.Tao et al. Cancer mortality in the high background radiation areas of Yangjiang, China during the period between 1979 and 1995. *J Radiat Res (Tokyo)*. 2000 Oct;41 Suppl:31-41.
21. S.L.Simon et al. Radiation doses and cancer risks in the Marshall Islands associated with exposure to radioactive fallout from Bikini and Enewetak nuclear weapons tests: summary. *Health Phys*. 2010 Aug;99(2):105-23.

胃がんに関する疫学調査の概要

原爆被爆者を対象とした疫学調査

番号	報告者	報告	対象	調査方法	対象者等	結果の概要	線量に関する情報	潜伏期間に関する情報	備考
1	K.Ozasaら	2012	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS(がん死亡) 86,611人	胃がんのERR/Gyは 0.28(95%CI:0.14-0.42)で、 EARは $4.1/10^4$ 人年/Gy(95%CI:2.1- 6.7)であった(いずれも男女平均)。	なし	なし	全固形がんについて、全線量域でみた場合、ERRIに関して直線的な線量反応関係が適合する。 全固形がんについて、ERRの統計的に有意な上昇が観察される最低線量域は、0-0.2Gy。 しきい値の最良推定値は0Gy(しきい値なし)で、95%上側信頼限界は0.15Gy。
2	D.L.Prestonら	2007	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS(がん罹患) 105,427人 【追跡期間】 1958-1998年 (2,764,732人年)	30歳で被ばくした者の70歳における胃がんのERRは、0.34/Gy(90%CI: 0.22-0.47)。EARは $9.5/10,000$ 人年Gy(90%CI: 6.1-14)。ベースラインに顕著なコホート効果。EARIに関して、被ばく時年齢の影響はほとんどない。	直線的な線量反応関係(p < 0.001)。	なし	全固形がんのERRIについて0-2Gyの範囲で直線的な線量反応関係。しきい値モデルを仮定した場合、しきい値の90%上側信頼限界は0.085Gy。
3	G.Dropkin	2007	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS(がん死亡) のうち0-20mSv (DS86)の者のみ 【追跡期間】 1950-1990年 (1690391.75人年)	胃がんについては、非線形な二相性モデルがフィット。ERR per 10mSvは0.46(95%CI: 0.11-0.94)。	二相性モデルをフィットさせた場合、0-20mSvの範囲でもERRが0より有意に大。	二相性モデルによる潜伏期間の最良推定値は11.89年。	肝臓、肺、全固形がんについても非線形モデルがフィットし、ERRIは第12回LSS報告の値より2桁以上高い。
4	M.Matsuuraら	1997	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 広大原医研コホート35,123人 【追跡期間】 1968-1989年	胃がんのRR at 1Gyは1.03(90%CI: 0.93-1.13)。	2.0-2.99GyでRRが1より有意に大。	観察期間内でRRIに明らかかな時間変化は見られない。	白血病を除く全がんのRR at 1Gyは1.26(90%CI: 1.18-1.35)。
5	D.L.Prestonら	1987	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS-E85(がん死亡)91,231人 【追跡期間】 1950-1982年	胃がんのRR at 1Gyは1.11(90%CI: 1.05-1.18)、EARは $0.96/10^4$ 人年Gy(90%CI: 0.46-1.51)。	線量依存性が有意(p < 0.001)。	観察期間内でRRIに明らかかな時間変化は見られない。	白血病を除く全がんのRR at 1Gyは1.17、EARは $3.88/10^4$ 人年Gy。
6	T.Wakabayashiら	1983	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS(長崎腫瘍登録)17,936人 【追跡期間】 1959-1978年 (319,803人年)	胃がんのEARIは $1.49/10^6$ 人年rad(90%CI: 0.38-2.59)、100rad以上群におけるRRは1.45(90%CI: 1.11-1.89)。剖検ないし外科的に確認された症例に限定した場合、RRは1.30(90%CI: 0.93-1.80)となり、有意でなくなる。	直線的な線量反応関係が有意(p = 0.013)。100rad以上群におけるRRが1より有意に大。	1975-78の期間に、胃がん発生率が顕著に増加。	全がんのEAR、100rad以上群におけるRRともに有意。白血病を除く全がんについて、直線的な線量反応関係。
7	H.Matsuuraら	1984	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSSサブコホート79,586人 【追跡期間】 1950-1977年	200rad以上群のRRが1.6(p < 0.001)。リスクの上昇は被ばく時年齢30歳未満で顕著。EARIは $1.24/10^6$ 人年rad。	200+rad群でRRが有意に上昇(被ばく時年齢が10-19歳の場合、50rad以上で有意)。	平均潜伏期間20年後	対照群と低線量群では分化型、高線量では未分化型が多い。

8	T.Yamamotoら	1978	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSSサブコホート 剖検4,694例 【追跡期間】 1961-1974年	全剖検例に占める胃がんの割合は、高線量群ほど高い傾向。高線量群では浸潤・転移度が高い傾向。	長崎の被爆者において、全剖検例に占める胃がんの割合が200rad以上で有意に増加(P < 0.05)。tubular medullary typeに関して、浸潤・転移度の高いものの割合が100rad以上で有意に増加。	なし	
9	K.Nakamura	1977	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSS(がん死亡) 79,560人 【追跡期間】 1950-1973年	広島に被爆者において、200rad以上で胃がんのSMRが有意に増加していたが、長崎では一貫した傾向は認められない。	広島に被爆者において、200rad以上で胃がんのSMRが有意に増加。	広島に被爆者において、100-199rad群が被ばく10年後、200+rad群が15年後から胃がんの死亡率が増加する傾向。	
10	T.Yamamotoら	1971	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSSコホート剖検 3,451例+LSSコ ホート外の胃が ん剖検例74 【追跡期間】 1961-1969年	Laurenの組織学的分類に基づいて原爆被爆者の胃がんの解析を行っているが、いずれの分類についても線量との関連は認められない。	なし	なし	
11	T.Yamamotoら	1970	原爆被爆者	コホート	【対象者数】 LSSコホート剖検 2,908例 【追跡期間】 1961-1968年	原爆被爆者の胃がん症例について解析を行った結果、全体として線量との関連は認められていない。	1961-1964における男性のtubular medullary type、1965-1968における広島の男性のscirrhous typeについて、罹患率が線量依存的に増加(p < 0.05)。	なし	

放射線業務従事者を対象とした疫学調査

番号	報告者	報告	対象	調査方法	対象者等	結果の概要	線量に関する情報	潜伏期間に関する情報	備考
12	E.S.Parkら	2010	原子力発電所作業員の疫学研究に関する論文11編	文献のメタアナリシス	【対象者数】 計361,978人 【追跡期間】 1946-1999年(論文ごとに異なる)	胃がんのSMRは0.85(95%CI: 0.78-0.92)。	なし	なし	全がんのSMRは0.75(95%CI: 0.62-0.90)であったが、調査間に有意な異質性が認められた。
13	W.N.Sontら	2001	カナダの放射線作業員(原子力、工業、医療等)	コホート	【対象者数】 191,333人 【追跡期間】 1969-1988年(線量データは1951-1988年) (2,667,903人年)	胃がんのSIRは0.73(90%CI: 0.61-0.86)。	なし	なし	対象者の99.4%が、線量200mSv未満。全がんのSIRは0.79(90%CI: 0.77-0.82)だが、ERRは2.5/Sv(90%CI: 1.2-4.0)で有意に高い。

放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

番号	報告者	報告	対象	調査方法	対象者等	結果の概要	線量に関する情報	潜伏期間に関する情報	備考
14	J.D.Boiceら	1985	子宮頸がん	コホート	【対象者数】 182,040例 【追跡期間】	胃がんのO/E=201/211=1.0で放射線照射の影響は認められない。	なし	潜伏期間を1年未満、5年毎に分けてRRを求めた結果、一定の傾向は認められない(p = 0.394)	二次がん: 5,146例(期待値: 4736例)
15	J.D.Boice	1981		レビュー	【対象者数】 【追跡期間】	胃がん: 強直性脊椎炎に対する放射線治療後に有意な発生が認められている。	なし	なし	

16	J.D.Boiceら	1981	人工気胸前後の透視検査	コホート	【対象者数】 1,047例(女性) 対照群:人工気胸以外の治療を受けた患者717例 【追跡期間】 28,011人年 平均追跡期間: 27年(最長45年) 対照群:19,025人年	胃癌4例(期待数1.7)は、対照群(1例(期待値1.0))に比べて高い(RR=2.3(95%CI:0.3-67))。しかし、症例数が少なく統計的に有意ではない。	平均透視回数102回 胃壁の線量:7rad(1-60rad)	なし	
17	W.M.Court Brownら	1965	強直性脊椎炎(1935-1954年治療)	コホート	【対象者数】 14,554人 【追跡期間】 5年から25年間	1935年から1954年に強直性脊椎炎で放射線治療を受けた患者14,554人を対象に5年から25年間追跡した。照射野に入る又は強い散乱線を受ける臓器(heavily irradiated sites)のがん死亡は200例で、期待値127.27に対して高く、O/Eは1.6である。一方、照射野外の臓器(light irradiated sites)のがんは期待値52.42に対して60例であり、O/Eは1.1である。heavily irradiated sitesのがんの中で、胃癌に関しては1960年までの追跡結果で期待値16.03に対して28例(O/E=1.7)である。1963年までの追跡結果では、期待値23.62に対して38例でp < 0.025で統計的に有意に高い。	なし		heavily irradiated sitesで、胃癌以外でがん死亡が有意に高い臓器は、喉頭、気管、骨、リンパ・造血系である。heavily irradiated sitesのがんの発生時期を治療終了後の0-2、3-5、6-8、9-11、12-14、15-24年に分けてO/Eを分析した結果、それぞれ1.5、1.1、1.5、2.2、2.3、1.6で、治療開始後最初の9-14年のO/Eが2以上で高い。
18	M.Petersら	1980	十二指腸潰瘍患者(34歳)	症例報告	【対象者数】 1例 【追跡期間】	34歳男性。十二指腸潰瘍のための放射線治療(2,000rad)	2,000rad	20年後に胃癌発生	
19	D.S.Ettingerら	1977	消化管の疼痛を訴えた患者(55歳、胃のリンパ肉腫)	症例報告	【対象者数】 1例 【追跡期間】	55歳の男性。16年前に消化管の疼痛のため放射線治療(中軸線量:2000rad)を受け、胃癌を発症。	中軸線量:2000rad	16年後に胃癌発生	

高バックグラウンド地域、核実験を対象とした疫学調査

番号	報告者	報告	対象	調査方法	対象者等	結果の概要	線量に関する情報	潜伏期間に関する情報	備考
20	Z.Taoら	2000	高レベル自然放射線地域の住民	コホート	【対象者数】 159,254例 対照群60,554例 【追跡期間】 1979-1995年 1,231,708人年 対照群:447,095人年	線量により3グループに分けて分析。いずれのグループも胃癌のRRは1.0以下。低、中、高レベルのRR:0.99、0.96、0.76 全グループのRR=0.91(95%CI:0.60-1.38)(70例)	平均線量:6.4mSv/年	なし	全死亡5,161例 うちがん死亡557例
21	S.L.Simonら	2010			【対象者数】 【追跡期間】	マーシャル群島の核実験によるがんの発生予測 胃癌:全マーシャル群島でも自然発生570例(population size 24,783人)に対して過剰発生は1948-2008年で3.1例、2009年以降に3.6例と予測される。 生涯の大腸がんの放射線の寄与リスクは南部環礁で0.47%(90%CI:0.069-1.3%)、中部環礁で1.9%(90%CI:0.26-5.7%)、Utrikで4.8%(90%CI:0.64-14%)、Rongelap等で48%(90%CI:11-73)と予測される。	外部被ばく 南部環礁住民:5-12mGy 中部環礁住民:22-59mGy 北部環礁住民:数100-1000mGy以上 内部被ばく(赤色骨髄及び胃壁) 南部環礁住民:1-7mGy 中部環礁住民:1-7mGy 北部環礁住民:20-500mGy以上	なし	自然発生のがん10,600人に対して過剰発生は170例で、うち65例は2008年以降に発生すると推定