

## 尿中セシウムによる膀胱がんの発生について

### 1. 健康影響について

#### ○チェルノブイリにおけるセシウムによる健康被害について

WHO ならびに UNSCEAR の報告（1, 2）では、チェルノブイリ事故では小児甲状腺癌以外の放射線被ばくによる健康影響のエビデンスはないと結論付けられており、これが現在の世界的なコンセンサスである。膀胱がんが増加する、そしてセシウム-137 が膀胱がんに進展する膀胱炎を引き起こすことは、エビデンスとして採用されていない。

#### ○チェルノブイリ膀胱炎（※）

膀胱における前癌病変が低濃度セシウム汚染地域住民で増加しており、そのため低濃度セシウム内部被ばくは膀胱癌の発生を増加させるとする福島らの研究報告がある（3, 4）。

チェルノブイリ事故後の 1986 年～2001 年の間にウクライナにおける膀胱がんの発生率が、百万人あたり 26.2 人から 43.3 人に増加したという報告（5）に注目し、福島昭治・日本バイオアッセイ研究センター長らが行ったもので、汚染地区と非汚染地区の住民から得られたホルマリン固定膀胱組織を用いた組織化学的検索であり、疫学的研究といえるものではない。

ウクライナの汚染地区（土壌汚染レベル：5～30Ci/km<sup>2</sup> の 73 名、0.5～5Ci/km<sup>2</sup> の 58 名）と非汚染地区（33 名）の住民で、1996 年～2001 年の間に良性前立腺肥大の前立腺切除手術を行った際に同時に切除された膀胱の一部（ホルマリン固定材料）について病理組織学的解析を行うとともに、尿中セシウム 137 濃度（手術前日の 24 時間尿）と比較解析した。その結果、汚染地区では、異形成増殖性変化（異形成過形成 dysplasia と上皮内がん carcinoma in situ）が非汚染地区のそれと比べて明らかに増加した。一方、尿中セシウム 137 濃度は、5～30Ci/km<sup>2</sup> 地区：  $6.47 \pm 14.30 \text{Bq/L}$ （55 名の結果。平均±SD）、0.5～5Ci/km<sup>2</sup> 地区： $1.23 \pm 1.01 \text{Bq/L}$ （53 名の結果。平均±SD）であり、濃度は低いながら、非汚染地区のそれ： $0.29 \pm 0.03 \text{Bq/L}$ （12 名の結果。平均±SD）と比べて有意に高かった。その他、「チェルノブイリ膀胱炎」では、活性酸素種と関連した酸化ストレスマーカー、炎症マーカー、細胞周期関連マーカー（p38MAPkinase、p65/p50、iNOS、COX-2、p53、8-OHdG、H-ras）の発現も増加していた。

福島氏は、膀胱粘膜が、極めて低濃度であるが長期間セシウムに暴露されたことにより、放射線による物理的な DNA 損傷ではなく、活性酸素種の産生が病変の発生や進展に関係していると推測している。

しかし以下に述べる点から、膀胱病変をセシウムと関連付けるには早計であると言わざるを得ない。

まず、前立腺肥大による膀胱への影響（※※）は当然解析すべきものであるが、「膀胱疾患の兆候を示さない前立腺肥大の患者からサンプルを得た」とあるだけで、患者の健康状態（既往歴や薬の服用歴など含む）、良性前立腺肥大の程度、二次的な症状の詳細、ホルモン変化等臨床検査値などとの詳細な比較がなされていない。

次に疫学研究の観点から、良性前立腺肥大前立腺肥大手術を受けた住民と対象が限られていること、膀胱炎ならびにがん発生リスクを解析する上で必要なライフスタイル等の情報がないに等しい（喫煙歴のみで、汚染地域と非汚染地域に喫煙歴の差はなかった記載）ことがあげられる。

そして、被ばく線量評価がなされておらず、被ばく関連の情報は、土壌汚染地区に住んでいるか否かと、手術前日尿中セシウム濃度だけである。これらから被ばく線量評価は困難である。

以上のように、病理組織学的結果と尿中セシウム濃度だけから、ウクライナ前立腺肥大患者のバイオプシーサンプルでみられた膀胱炎が、セシウムの長期内部被ばくによるものと結論付けられるものではない。

※福島らは、膀胱の粘膜固有層の広範囲な線維性硬化を伴う慢性活動性炎症で、しばしば前がんあるいは癌を認める異型性増殖病変を、チェルノブイリ膀胱炎と呼んでいる。なお、「チェルノブイリ膀胱炎」という言葉は、東京大学児玉教授の国会での発言や雑誌への投稿(6)で引用されたことから広く知られるようになった。

※※前立腺肥大は、多くの線維性腺腫の結節が尿道近傍部発生し、尿の排泄が妨げられ、膀胱拡張等を引き起こす。また膀胱、前立腺及び上部尿路に二次的な炎症性変化を伴う感染にかかりやすくなる。寒さへの暴露、麻酔薬、抗コリン薬や交感神経作用薬あるいは飲酒によって閉塞が促進されることがあるとされる。

#### 【参考文献】

- 1) Health effects of the chernobyl accident and special health care programmes(2006年) チェルノブイリ事故に関する文献で、正式な学術雑誌に発表されたものの中でも、甲状腺癌以外の固形がん発症リスクの上昇を裏付ける疫学的研究はないと報告されています。
- 2) UNSCEAR2008年報告 チェルノブイリ原発事故では民間人については甲状腺癌以外の放射線被ばくに起因する健康影響のエビデンスはない、ロシアとウクライナの両国で固形がんの発症頻度が上昇したというエビデンスはない、と報告されている。
- 3) Romanenko A, Morimura K, Wanibuchi H, Wei M, Zaparin W, Vinnichenko W, Kinoshita A, Vozianov A, Fukushima S.:Urinary bladder lesions induced by persistent chronic low-dose ionizing radiation. Cancer Sci, 94:328-333, 2003
- 4) Romanenko A, Kakehashi A, Morimura K, Wanibuchi H, Wei M, Vozianov A, Fukushima S.:Urinary bladder carcinogenesis induced by chronic exposure to persistent low-dose ionizing radiation after Chernobyl accident. Carcinogenesis, 30:1821-1831, 2009
- 5) Pavlova L, Saydacova N, Startzeva L. :The state of urologic assistance for the population of Ukraine and the ways to improve it.Ukrainian Ministry of Health. Annual Reports of the Health Care in Ukraine;Kiev;2001.p214-243
- 6) 児玉龍彦. チェルノブイリ膀胱炎 - 長期のセシウム137低線量被曝の危険性, 医学のあゆみ, Vol. 238 No. 4 pp355, 2011

## 2. 膀胱粘膜上皮の線量評価について 発がん標的細胞である膀胱粘膜上皮が膀胱尿中のセシウムあるいはカリウム-40 から受ける線量は、いずれ

も主として  $\beta$  線によるもので、尿中セシウム濃度が 6Bq/L の場合、上皮吸収線量は約  $2.88 \times 10^{-10}$  Gy/h で、内在する K-40 による被ばく線量約  $5.87 \times 10^{-9}$  Gy/h と比べて明らかに少なく、カリウム-40 ではなくセシウムが独自に細胞に影響を与えるということは、線質ならびに線量の点から合理的に説明できない。

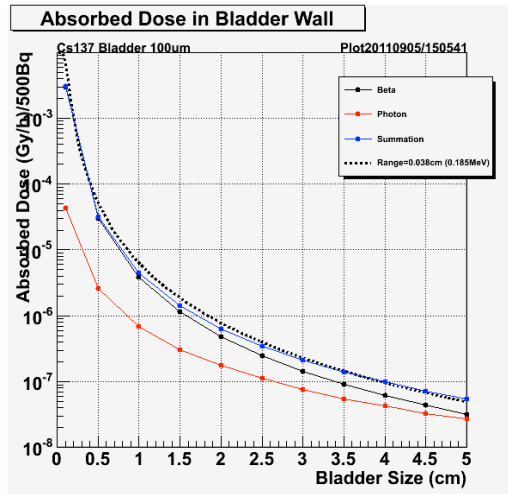
### ○膀胱尿中セシウム

ヒト成人膀胱を半径 2.5cm の球にみたと、発がん標的細胞である膀胱粘膜上皮を球の表面の厚さ 100 $\mu$ m として、膀胱内部にセシウム-137 が存在する場合の上皮中の吸収線量をモンテカルロ計算で評価した。

その結果、膀胱内にセシウム-137 が 500Bq (約 7643Bq/L) といった比較的多い濃度で存在する場合、 $\beta$  線 :  $2.5 \times 10^{-7}$  Gy/h、 $\gamma$  線 :  $1.1 \times 10^{-7}$  Gy/h となり、合計で :  $3.67 \times 10^{-7}$  Gy/h となる。これは、年間約 3.2mGy の被ばくとなる。膀胱尿中セシウム濃度が 6Bq/L の場合は、上皮の吸収線量は約  $2.88 \times 10^{-10}$  Gy/h で、年間約  $2.5 \times 10^{-6}$  Gy

(2.5 $\mu$ Gy) となり、被ばく線量としては極めて微々たるもので、発がんや細胞障害を惹起するものとはいえ

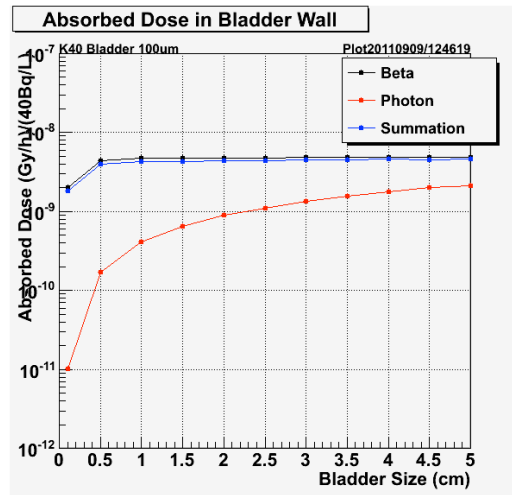
ない。



○膀胱尿中カリウム-40

膀胱の内部被ばく線量を考える場合、体内にもともと存在するカリウム-40 による被ばく線量を考察する必要がある。

24 時間尿中のカリウム-40 は数十 Bq/L であり、例えば日本人では約 40Bq/L と試算される(※)。上記と同様、半径 2.5cm の球として、膀胱尿中 40Bq/L の K-40 が貯留する場合、上皮の吸収線量を評価すると、β 線 :  $4.76 \times 10^{-9}$ Gy/h、γ 線 :  $1.11 \times 10^{-9}$ Gy/h となり、合計で : 約  $5.87 \times 10^{-9}$ Gy/h となり、年間約  $5.14 \times 10^{-6}$ Gy (51.4 μGy) となり、セシウム-137 が 6Bq/L 存在することによる寄与は通常我々が受けている K-40 による被ばく線量のおよそ 20 分の一程度となる。



※カリウム摂取量は、全年齢平均で 2287±909mg/day (厚生労働省の国民健康栄養調査 2008 年版)。

ICRP Pub. 89 S392 によるとカリウムの全排泄量の 85%が尿経路であり、また、カリウム 1g 中のカリウム 40 の放射能が 30.4Bq であることから、体内カリウム量に変化がないため摂取量は排泄量と等しいと考えられるので、 $2.287g \times 0.85 \times 30.4 \approx 60Bq$  と、24 時間尿中に約 60Bq のカリウム-40 が排泄される。健康人の尿量は 1500ml/日とされるので、日本人健康人の尿には約 40Bq/L のカリウム-40 が存在していることになる。