

放射性セシウム汚染と子どもの被ばく

崎山比早子

さきやま ひさこ
元放射線医学総合研究所主任研究官、医学博士

文部科学省と米国エネルギー省(DOE)が共同で調査した福島第一原子力発電所(原発)周辺 80 km 以内の汚染地図(4月29日現在)が5月6日に発表された¹(638, 639 ページの資料 1, 2 参照)。セシウム 134 とセシウム 137 による汚染が 300 万ベクレル(Bq)/m² 以上となる地域が、原発から北西方向へ 30 km を超えて飯館村南部にまで広がっている。300 万 Bq/m² は、チェルノブイリ事故で強制避難となった地域よりも高い汚染度である。この地域の空間線量率 19 マイクロシーベルト(μ Sv)/時をあげつづけると、その外部被ばくだけで年間約 166 ミリシーベルト(mSv)の被ばくになる。福島市などの 60 km 圏の一部にも、60 万 Bq/m² から 100 万 Bq/m² の汚染地があり、1.9~3.8 μ Sv/時の空間線量率のある地域がある。

文部科学省は、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告を用いて、事故収束時の最高線量限度である 20 mSv を超えないように児童、生徒の屋外での活動を制限する安易な方法を採用した。避難させたり、除染したりすればそれなりの予算が必要であり、計画を立てなければならぬけれど、生徒を屋内に閉じ込めておけば一番安上がりで簡単だと考えたのだろうか？ しかし、保護者や国内外の強力な反対世論に押され、1 mSv に近づけるよう努力すると発表せざるをえなくなった。これは世論の勝利である。

汚染された地域に長時間住むことは外部からの被ばくに加えて放射性物質を身体の中にとり込んで内部から照射されるという内部被ばくも避けられない。野菜などがセシウムで汚染されたというニュースが流れた時、放射線の専門家たちは「セ

シウムは体内では筋肉などに蓄積するだけなので心配ありません」というコメントを盛んに発していた。セシウムの体内被ばくは本当に心配ないのだろうか？

セシウム 137 汚染の経路

セシウムはナトリウムやカリウムと同じアルカリ金属に属し、水によく溶ける元素である。したがって土地が汚染されると、飲料水、農・畜産物を通して人間の身体に入り込みやすい。

放射性物質が放出された初期には農産物の葉の表面が汚染されるので、よく洗えば幾分なりとも落とすことができる。しかし時間経過と共に土壌から吸収されるようになるため、単なる洗浄では放射性物質を除くことは難しくなる。セシウムを多く集める植物にキノコ類がある。チェルノブイリ事故後に日本に輸入された汚染食品の筆頭はキノコや香辛料だった²。家畜が放射性物質に汚染された草などを食べた場合には、畜産物が汚染される。英国の健康保護庁から出ている報告書³にはセシウムのみならず、ヨウ素、ストロンチウムなど他の放射性物質についても、牛、羊、ラム、豚などの家畜種別に、チェルノブイリ事故、セラフィールド事故後の汚染調査結果がまとめられている。屋内で飼育されることの多い牛よりも野外で草を食べる羊やラムの汚染が大きいのは容易に想像できるだろう。またセシウムによる重量あたりの汚染はミルクよりも肉に多い。

低線量放射線に慢性的に被ばくした場合にどのような健康影響が出るのだろうか。チェルノブイ

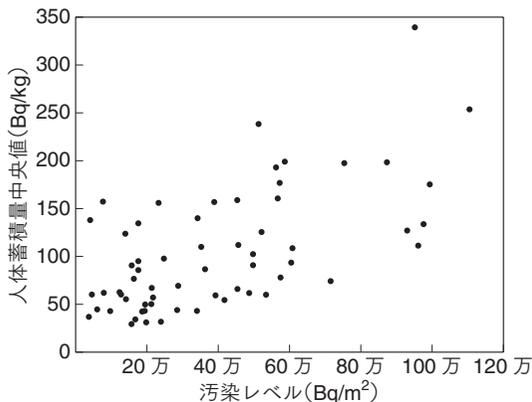


図1—セシウム 137 による環境汚染と人体汚染の関係

文献2より。ロシア・Bryansk Oblast 西部地方の63地域ごとに1991～1996年における子どもたちの計測した中央値のプロット、相関係数は0.63($p < 0.01$)

り事故で汚染された地域に住んでいる人々の健康調査が多面的に行われ、また現在も続けられている。日本からも調査団が派遣され継続的な調査が行われた。福島県の放射線健康リスク管理アドバイザーになられた山下俊一氏も共同研究者となっている。2000年に発表された論文⁴を紹介する。ロシアのBryansk Oblast西部地方に1991年から1996年に住んでいた5歳から15歳までの男女の児童2129～2760人について、土地の汚染度、食べ物とセシウムの体内蓄積量の関係を調べている。体内蓄積量はホールボディーカウンターで計測された(計測回数は男児で1万3287回、女児で1万2742回、合計2万6029回となっている)。図1からわかるように、土地の汚染度と子どものセシウム体内蓄積量とは強い相関関係を示している。543例(全体の2%)は年間公衆の線量限度である1 mSvを超え、6例は5 mSv/年を超え、最も高い内部被ばくを示した例は9 mSv/年であった。飯館村はこの図と比較して最も汚染された地区あるいはそれ以上に分類され、浪江町、大熊町はさらにこの図に示された値の上限を超える。

体内蓄積量は季節的な変動を示し、3月から5月では9月から11月の約半分になる。これは季節によって食品が異なるためだ。また身体の重量あたりのセシウム137蓄積量と食べ物との関連をアンケート調査で調べた結果もある。それによ

表1—各種臓器におけるセシウム 137 の蓄積

文献7より。ベラルーシ・Gomel州で1997年に死亡した10歳以下の子ども52例の臓器別蓄積線量の平均値。

臓器	Bq/kg
甲状腺	2054±288
副腎	1576±290
脾臓	1359±350
胸腺	930±278
骨格筋	902±234
小腸	880±140
大腸	758±182
腎臓	645±135
脾臓	608±109
心臓	478±106
肺臓	429±83
脳	385±72
肝臓	347±61

るとミルク、キノコ、肉の3種類を食べない場合のセシウム量を1とするとこの3種のすべてを食べる場合は3.2倍になり、キノコあるいはミルクを食するとそれぞれ2倍強に、肉を食べると3倍近くになる。したがって、セシウムの蓄積に関与する食品は、肉—キノコ—ミルク—野菜の順になるようだ。

セシウム 137 の体内分布

経口的に摂取されたセシウム137が人体内でどのような挙動を示すかを2人のボランティアを使って調べた実験が発表されている^{5,6}。セシウム137を50 nCi(1850 Bq)、200 nCi(7400 Bq)経口的に投与して時間を追ってその分布をホールボディーカウンターで計測した。はじめ胃の周辺にあったセシウムは時間を追って肝臓、心臓、腎臓、ふくらはぎなどに移行してゆき、約1週間で全身に分布するようになる。したがって長時間セシウムに汚染された土地に住んでいれば、単に筋肉だけではなく全身に放射線を絶えずあびていることになるだろう。

セシウム137が身体のどこに多く蓄積するかを、ベラルーシ・Gomel州で10歳までに死亡し

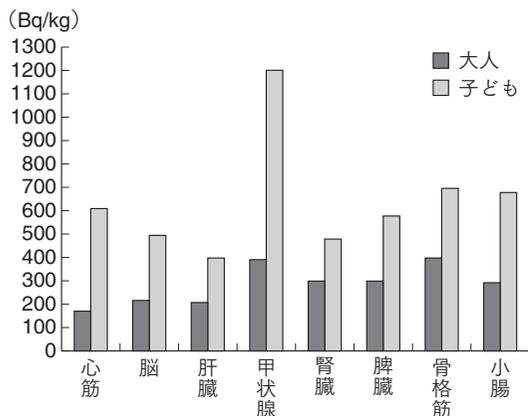


図2—大人と子どもの臓器別セシウム 137 蓄積量比較
文献7より。ベラルーシ・Gomel州で1997年に死亡した子ども・大人からの調査。

た52例の子どもの臓器から調べた結果も報告されている(表1)⁷。一般に言われているのとは異なり、子どもの場合、特に甲状腺をはじめとする内分泌腺に高い集積を示している。このように高い放射能から常に照射されていると細胞の障害も少しずつ持続的に起こることが想像され、ホルモンの分泌障害や免疫障害も起きるであろう。高汚染地区の子どもたちに、感染症にかかりやすく病気がち、疲れやすいといった訴えが多いのも、このように多臓器にわたる慢性的被ばくが原因なのかもしれない。

1997年に死亡した子どもと大人の臓器重量あたりのセシウム蓄積量を比較したのが図2である⁷。子どものセシウム蓄積量は心筋、甲状腺において大人の約3倍にもなる。他の臓器ではおおよそ2倍だ。

セシウム 137 汚染の健康に及ぼす影響

チェルノブイリ事故から17年が経過した時点では、南部ベラルーシでは人工放射線による被ばくの60~70%はセシウム137が原因となっていた。ではセシウムは子どもの健康にどのように影響するのだろうか。汚染地区の子どもたちには反復性呼吸器、消化器感染症、内分泌疾患、白内障が非汚染地区に住む子どもたちよりも多い。その

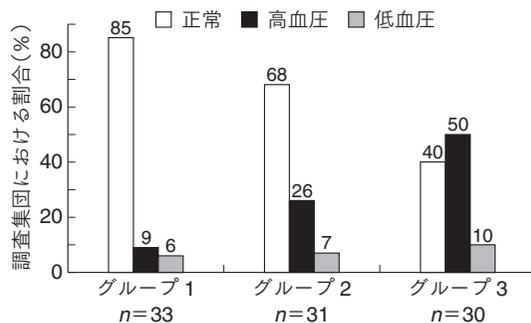


図3—セシウム 137 蓄積量別にみた血圧
文献8より。ベラルーシ・Gomel州の子どもたちの調査。体重あたりのセシウム量によって3グループに分類した。グループ1：<5 Bq/kg、グループ2：38±2.4 Bq/kg、グループ3：122±18.5 Bq/kg。

他、無気力、心臓血管系症状に伴う胸部痛などもしばしば見られる。Gomel州における突然死を

コラム ゴイアニアのセシウム 137 汚染事故

1987年9月ブラジルのゴイアニアの病院が移転し、廃院に放置されていた医療用放射線源が盗まれ、業者に売られ解体された。放射線源のセシウム137が露出し、解体業者の家族や近隣の人々が光る粉に興味をもち、それぞれの家に持ち帰った。2週間以上にわたってセシウム137は管理されず一般家庭に放置されたことになる。好奇心で粉に手で触れたり身体に塗ったりした小児や住民が強い被ばくを受けた。セシウムは水に溶けやすく、散らばりやすい性質のため、汚染は周辺の家屋、土地、川に拡がり被ばく者は249人にのぼった。そのうち4グレイ以上の被ばくを受けた4人が急性障害で死亡した。家屋は解体され付近は高汚染区域に指定された。後に表土は削り取られてゴイアニア郊外の汚染廃棄物保管場所に保管されている。線源のセシウム137の量は50.9テラベクレル、回収されたのは44テラベクレルといわれている。

当局が決めた汚染レベルで非汚染地区、出入り自由のレベルは10μSv/時以下という緩いものであった。被ばく者の染色体異常などが報告されているが、住民の健康被害が表面に出てくるにはまだ時間がかかるだろう。(文献9参照)

した人の解剖所見では心筋に高レベルのセシウム137の蓄積が見られることが多い。組織学的には心筋細胞の壊死、組織間の浮腫が観察される⁷⁾。

心臓血管系の障害と体内セシウム蓄積量を、Gomel州の汚染地区の7歳から17歳の学童について、3週間のサナトリウム滞在中に調べた。その間、体重あたりのセシウム濃度をホールボディカウンターで測り、その結果をもとに学童を蓄積量によって3群に分け、健康調査をした。蓄積量と血圧との関連性を調べた結果が図3である。明らかに正常血圧の児童が体内汚染の高いグループで減少しているのがわかる。グループ3に属する児童は心電図の異常、慢性的な疲労や鬱な気分を訴える割合が高かった。これらの結果はセシウムが心筋に蓄積しやすいという事実と関連があるだろう。

* *

セシウムに汚染された地域に居住すると、外部被ばくのみならず内部被ばくも、土地の汚染に応じて高くなる。しかも、その体内分布は、(福島第一原発事故による食物汚染が拡がり出した頃、専門家が語ったのとは異なり)単に筋肉にとどまっているのではなく、甲状腺、心臓をはじめ、副腎、膵臓、胸腺、脾臓など内分泌腺や免疫を担う臓器にも蓄積する。さらに、その重量あたりの蓄積量は子どものほうが2倍から3倍になるのである。子どもの放射線に対する感受性が大人の3倍から10倍にもなるこ

とを考えると、子どもに対する損傷がいかに大きいか想像がつく。これらの報告を総合して判断するならば、妊婦、乳幼児、児童はできるだけ早く避難させるように政府や行政は手を尽くすべきである。チェルノブイリ事故調査を長年行ってきた専門家が、福島に行き、国が決めたのだから20 mSvまで我慢せよと住民を説得していたニュースを見たが、彼は何のために調査をしたのだろうか？

参考資料

- 1—文部科学省及び米国エネルギー省航空機による航空機モニタリングの測定結果について(平成23年5月6日)http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afiledfile/2011/05/06/1305820_20110506.pdf
- 2—高木仁三郎・渡辺美紀子著: 食卓にあがった放射能, 七つ森書館(2011)
- 3—N. Green & R. F. M. Woodman: Recommended transfer factors from feed to animal products. NRPB-40(2003) http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947309855
- 4—M. Hoshi et al.: Health Phys., **79**, 182(2000)
- 5—青木芳朗・渡利一夫編: 人体内放射線の除去技術—挙動と除染のメカニズム, 放射線医学総合研究所監修, 講談社サイエンティフィック(1995)
- 6—T. A. linuma et al.: Health Phys., **20**, 11(1971)
- 7—Y. I. Bandazbervsky: Swiss Med. Wkly., **133**, 488(2003)
- 8—G. S. Bandazbervskaya et al.: Swiss Med. Wkly., **134**, 725(2004)
- 9—Dosimetric and medical aspects of the radiological accident in Goiania 1987. IAEA-TECDOC-1009 IAEA June, 1998.