

○食物連鎖・生体濃縮等について	[63] ~ [71]
-----------------	-------------

【63】放射線汚染食品と住民の被曝線量

- 英語タイトル：Risk assessment: Radioactive contaminated food products and exposure dose of the population
- 著者名：Nadezhda V. Goncharova, Darya A. Bairasheuskaya
- 雑誌名：NATO Security through Science Series, Ecological Risk Assessment and Multiple Stressors, 6, 181-189(2006)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137
- 研究対象：セシウム-137
- キーワード：土壌汚染、農産物
- 索引用キーワード：土壌汚染、農産物
- 引用図表点数：表 5 点

【要約】

チェルノブイリの原発事故によって、土壌がセシウム-137に汚染されたベラルーシの研究報告書である。ベラルーシ国内で2つの研究地点を選択し、3つのシステム（農場、家庭菜園、森・川）で生産された農産物と、地元住民への影響について考察した。地元住民の放射性セシウム総摂取量のうち、15～60%は農産物に由来した。調査対象者の食生活、農作物を生産する土壌、調査地点の気象条件など、様々な要因を考慮した研究が必要であると結論している。

表 4. ベラルーシ内の二つの研究拠点で生産された食品中の汚染放射性セシウムの放射能

生産方法	食 品	放射能 (kBq)	
		Ckhoiniki	Narovi' a
集団農場	牛乳	32000	55000
	肉	215000	25000
	ジャガイモ	9000	12000
	穀類	118000	225000
個人農家	牛乳	35000	65000
	肉	16500	18500
	ジャガイモ	12300	14800
	穀類		
天然物	きのこ	35000	55000
	イチゴ類 (berries)	5200	7300
	淡水魚	450	750

【64】 トナカイにおける放射性セシウムの吸収、保持および組織分布：食事および放射性セシウム起源の効果

- 英語タイトル：Absorption, retention and tissue distribution of radiocaesium in reindeer: effects of diet and radiocaesium source
- 著者名：Skuterud L., Pedersen O., Staaland H., Roed KH, Salbu B., Liken A., Hove K..
- 雑誌名：Radiation and Environmental Biophysics, 43, 293-301(2004)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-134
- 研究対象：畜産物
- キーワード：放射性セシウム、吸収、生体利用効率、保持率、トナカイ
- 索引用キーワード：放射性セシウム、吸収、生体利用効率、保持率
- 引用の図表点数：図 5 点、表 4 点

【要約】

本論文では、チェルノブイリ原発事故によって生じた放射性セシウムのトナカイへの影響を調べている。トナカイ (*Rangifer tarandus*)、足肉 (calves) における放射性セシウムの吸収および保持について、異なる割合の地衣類、濃厚飼料および化学形態の異なる放射性セシウム (塩化セシウム-134 の水溶液もしくはチェルノブイリ事故で生じた放射性降下物) を含む餌を与えたグループ間で比較した。1日当たりの放射性セシウム降下物の摂取量は 15 ~ 23kBq であったのに対し、塩化セシウム-134 の摂取量は 70 ~ 1,160kBq に及んだ。地衣類のみを食事として与えられた動物における赤血球中放射性セシウムの半減期は、地衣類と濃厚飼料の混合食を与えられた動物よりも 40% 超過した (それぞれ 17.8 ± 0.7 および 12.7 ± 0.4 日)。放射性セシウム半減期における尿および便排泄物の割合は、それぞれ約 60% および 40% である。トナカイ肉への移行係数 (F (f)) は、放射性セシウム降下物の場合 0.25 ± 0.01 (日/kg)、塩化セシウム-134 の場合、 1.04 ± 0.03 (日/kg) と見積もられ、このことは、放射性セシウムの生体利用効率および保持率の両方が異なることを反映している。さらに、1988 年の地衣類におけるチェルノブイリの放射性セシウムの生体利用効率は、塩化セシウム-134 と比較し、約 35% であると見積もられている。

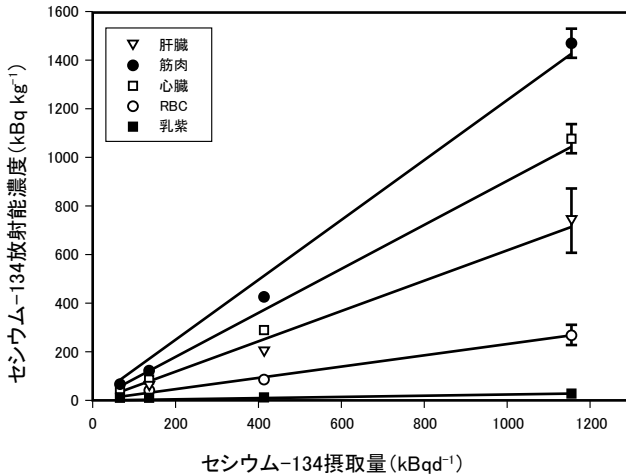


図4 一定量の¹³⁴Csを171日間摂取させた後にと殺した子トナカイの各種組織の放射能濃度

所定の濃度の¹³⁴Csに汚染させた地衣類を毎日給餌した。RBCは赤血球細胞。¹³⁴Csが多く取り込まれる組織として、筋肉、心臓、肝臓の順であることを示している。

[Lavrans Skuterud 及び Copyright 2004 Springer Science+Business Media より許可を得て改変・転載]

【65】チェルノブイリ事故に伴うセシウム-137放射性降下物のデータを活用した食物連鎖モデルの検証および農業分野における対応措置の有効性に関する考察

- 英語タイトル：Testing of a foodchain model using Chernobyl ¹³⁷Cs fallout data and considering the effect of countermeasures
- 著者名：Ould-Dada Z.
- 雑誌名：Science of the Total Environment, 301, 225-237(2003)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137
- 研究対象：農産物、畜産物
- キーワード：Chernobyl, ¹³⁷Cs, foodchain, countermeasures SPADE, Doseassessment Uncertainly, Biomass
- 索引用キーワード：チェルノブイリ、セシウム-137、食物連鎖、SPADE、摂取評価
- 引用の図表点数：図 11 点、表 4 点

【要約】

本論文では、チェルノブイリ事故による汚染が大きかったロシアの地域におい

て、10年間（1986～1996年）に亘って収集されたセシウム-137放射性降下物のデータを、IAEAの「BIOMASSプログラム」に適用することにより、放射線学的評価の信頼性について検証を行った結果を報告している。結論として、陸上における食物連鎖モデルの一つである「SPADE」が、農業分野における対応策のシミュレーションおよび有効性の評価に利用できることが実証された、としている。

【66】1998年から2008年の期間の、南部ドイツ地域に生息するイノシシ(wild boar)のセシウム-137汚染濃度の経時変化

- 英語タイトル：Time-dependency of the ¹³⁷Cs contamination of wild boar from a region in Southern Germany in the years 1998 to 2008
- 著者名：Semizhon T., Putyrskaya V., Zibold G., Klemm E..
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 100, 988-992(2009)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137
- 研究対象：畜産物
- キーワード：wild boar, time-dependency
- 索引用キーワード：イノシシ、ノロジカ、キノコ
- 引用の図表点数：図3点、表2点

【要約】

チェルノブイリ事故後、南部ドイツのいくつかの地域に生息するイノシシのセシウム-137汚染レベルは、未だに数千Bq/kgを超えている。森林植物、きのこおよびノロジカ(roe deer)肉におけるセシウム-137の濃度は、長期間で著しく減少したが、イノシシにおいては、ここ10年間の濃度が依然として一定している。本論文は、1998年から2008年までの間に、Landkreis地区のラーフェンスブルクで捕獲した656頭のイノシシの筋肉を分析した結果を報告している。セシウム-137の放射能濃度は、5未満～8,266Bq/kgと著しく変動しており、それが季節パターンに従っていることは、食餌習慣、飼料の利用効率、気象条件およびイノシシ生体内でのセシウム-137の特異的な動態などに起因するものと考えられた。本論文は「ラーフェンスブルク地区に生息する野生イノシシに関する土から筋肉への移行係数(aggregated transfer factor)は、2000年から2008年までの間に0.008から0.062m²/kgに変化した」と報告している。

[67] 放射性セシウムの起源が放射性降下物のトナカイ肉への移行に与える影響

- 英語タイトル：Effect of origin of radiocaesium on the transfer from fallout to reindeer meat
- 著者名：Birgitta Ahman, Simon M. Wright, Brenda J. Howard
- 雑誌名：Science of the Total Environment, 278, 171-181(2001)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137
- 研究対象：畜産物
- キーワード：radiocaesium, reindeer meat, effective half-lives, Chernobyl, global fallout
- 索引用キーワード：トナカイ、チェルノブイリ、スウェーデン
- 引用を図表点数：図3点、表5点

【要約】

スウェーデン国内5地域におけるトナカイの放射性セシウム汚染のデータおよび放射性セシウムの補間堆積データを使用し、トナカイ肉への移行の空間的変動を数値化し、異なる地域におけるこの数値が時間とともにどのように変化するかを考察した論文である。また、世界的な放射性降下物あるいはチェルノブイリの放射性降下物による汚染の程度は地域により異なっていたため、放射性セシウム降下物の起源または年代 (age) がトナカイ肉への移行に与える影響についても解明することができた。放射性セシウムのトナカイ肉への移行については、著しい地域差があった。チェルノブイリ起源のセシウム-137が少なかったスウェーデン北部の2地域では、チェルノブイリからの放射性物質の降下開始後の最初の年の食肉処理最盛期に算出した総移行係数 (aggregated transfer coefficient) (Tag) は、低かった (0.15 および 0.36m²/kg, 1～4月)。チェルノブイリ由来の放射性堆積物が大部分を占めたスウェーデン中央部の2地域 (総堆積 (total deposition) の各83%および93%) で冬季 (1～4月) に算出した平均 Tag 値は、それぞれ0.78m²/kgと0.84m²/kgであり、トナカイ1頭の最大値は1.87m²/kgであった。初秋から晩冬にかけてトナカイの食餌が汚染の少ない維管束植物から、より汚染の多い地衣類に変化することを受け、Tag 値は3倍に増加した。1986年から2000年にかけてのトナカイ肉中のセシウム-137の減少は地域によって異なり、チェルノブイリ起源の降下物が少なかった北部2地域では、実効半減期 (T_{ef}) がより長く (それぞれ11.0および7.1年)、その他の3地域では半減期がより短かった (3.5～3.8年)。この観測結果は、チェルノブイリ起源の降下物が最も少ない地域で、初秋における減少が見られなかったことも含め、中長期にわたり土壤中の放射性セシウムが徐々に、しかし、可逆的に固定する (fixation) という理論を支持するものである。これらの結果より、セシウム-137のトナカイ肉への移行の程度およびその時間経過による減少は、放射性セシウムの起源の

違いにより影響を受けること、また、更なる事故の際には、それ以前の汚染が放射性セシウムの移行に重大な影響を与える可能性があることが明らかになった、としている。

【68】セシウムを実験的に添加した場合に観察されるため池中の異なる栄養段階の水生生物によるセシウムの蓄積

- 英語タイトル：Cesium accumulation by aquatic organisms at different trophic levels following an experimental release into a small reservoir
- 著者名：Pinder III JE, Hinton TG, Taylor BE, Whicker FW.
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 102, 283-293(2011)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-133（安定同位体）
- 研究対象：水産物
- キーワード：Cesium, Water column, Plankton, Periphyton, Invertebrates, Fish
- 索引用キーワード：食物連鎖、蓄積、生物濃縮、魚
- 引用図表点数：図4点、表4点

【要約】

本論文では、池や湖などの浅瀬におけるプランクトンを起点とした食物連鎖および付着藻類を起点とした食物連鎖におけるセシウムの動態を予測することを目的として、ため池に安定同位体セシウム-133を添加し、各生物相における本元素の濃度を測定している。ここでは、セシウムの取り込みおよび排出の速度パラメーターを水や生物相におけるセシウム-133の濃度を時系列で測定することにより概算し、このパラメーターを、各生物の体内におけるセシウム-133の最大濃度、最大濃度到達時間、蓄積率の推測に利用している。その結果、プランクトンを餌とするボウフラの一種（insect larva *Chaoborus punctipennis*）および付着藻類を餌とするカタツムリの一種であるアメリカヒラマキガイ（*Helisoma trivolvis*）ではセシウム-133添加後の最初の14日以内にその濃度が最大となった。一方、魚類のブルーギル（*Lepomis macrochirus*）およびブラックバス（*Micropterus salmoides*）ではセシウム-133添加後170日よりも後に蓄積濃度が最大となった。プランクトンを起点とする食物連鎖と付着藻類を起点とする食物連鎖では、セシウム-133の蓄積率は異なっていたが生物濃縮は同程度であった。本実験により、魚におけるセシウム-133の生物濃縮も示されたが、魚を餌としないブルーギルは魚食性であるブラックバスの三分の一の蓄積率であった。また、ブラックバスのセシウム-133蓄積率は付着藻類やアメリカヒラマキガイよりも大きい、体重当たりの最大濃度はブラックバスよりも付着藻類やアメリカヒラマキガイの方が大きい、と報告している。本論文で得られた結果は、生態

系におけるセシウムの生物濃縮を予測するのに利用出来る、と結論している。

【69】チェルノブイリ放射性核種による食品および人体の汚染

- 英語タイトル：Chernobyl's Radioactive Contamination of Food and People
- 著者名：Nesterenko AV, Nesterenko VB, Yablokov AV.
- 雑誌名：Annals of the New York Academy of Sciences, 1181, 289-302(2009)
- 論文種別：総説
- 核種：セシウム-137、セシウム-134、ヨウ素-131、ストロンチウム-90
- 研究対象：農産物、畜産物、水産物
- キーワード：Chernobyl, dose burden, radionuclide decorporation, food, human body
- 索引用キーワード：チェルノブイリ、食品、汚染、内部被曝
- 引用を図表点数：図 10 点、表 8 点

【要約】

本総説では、チェルノブイリ事故による欧州諸国での食品の放射性物質汚染状況と食品を介した人体の汚染について概説している。多くの欧州諸国では、乳製品、野菜、穀物、肉、および魚に含まれるヨウ素-131、セシウム-134、セシウム-137、ストロンチウム-90等の放射性核種が、チェルノブイリ事故直後に急増（1,000倍相当）した。1991年までに、合衆国が欧州諸国から輸入した食品の多くに測定可能な量のチェルノブイリ事故に由来する汚染があった。また2005年から2007年の間にも、ベラルーシのゴメリ、モギレフ、およびプレスト州において、小規模農家が生産した牛乳の7～8%や他の農産物の13～16%から、許容基準を越えるセシウム-137が検出された。2000年にも、ウクライナのロプノとジトームイル州で収穫された野生のキイチゴときのこにおいて、最大90%がセシウム-137の許容基準を超えていた。体重と新陳代謝の違いのため、子供の内部被曝は同じ食事の大人より3～5倍高くなる。ベラルーシのゴメリ州ナロヴリャ地区では、1995年から2007年にかけて、子供の最大90%でセシウム-137蓄積のレベルが15～20Bq/kgより高く、最も高いレベルでは最大7,300Bq/kgの蓄積があった。ロシア、ベラルーシ、ウクライナにおけるセシウム-137とストロンチウム-90の体内への取り込み量は、1991年から2005年の間でむしろ増加した。現存する放射性降下物の90%がセシウム-137であり、その半減期が約30年であることから、汚染地区の危険性は今後3世紀にわたって続く、と予測されている。

【70】ネバダ試験区域における放射性核種の土壌から空气中、野生植物、カンガルーネズミ、放牧牛への移行

- 英語タイトル：Radionuclide Transport from Soil to Air, Native Vegetation, Kangaroo Rats and Grazing Cattle on the Nevada Test Site
- 著者名：Gilbert RO, Shinn JH, Essington EH, Tamura T, Romney EM, Moor KS, O'Farrell TP
- 雑誌名：Health Physics, 55, 869-887(1988)
- 論文種別：原著論文
- 核種：ストロンチウム-90、セシウム-137、プルトニウム-239/240、アメリカシウム-241
- 研究対象：農産物、畜産物、環境
- キーワード：Nevada test sites, radionuclides, transfer
- 索引用キーワード：土壌、植物、動物、移行
- 引用を図表点数：図 8 点、表 2 点

【要約】

本論文では、アメリカ合衆国エネルギー省ネバダ応用生態学グループ(NAEG)が、ネバダ核実験場およびその近郊において、ストロンチウム-90、セシウム-137、プルトニウム-239/240、アメリカシウム-241などの土壌に含まれる放射性核種がどの程度動植物に移行するかを測定した結果を報告している。

NAEGは、1970年から1986年にかけて、ネバダ核実験場の兵器試験区域や隣接する区域の環境放射性核種の調査を行った。その際、核分裂実験区域と非分裂実験区域で(1)土壌粒子のサイズ分布とプルトニウム-239/240を含む放射性粒子の物理化学的特性、(2)プルトニウム-239/240の再浮遊率、(3)超ウランおよび放射性核分裂産物の土壌から野生植物、カンガルーネズミ、放牧牛への移行について調査した。

平均すると、土壌から大気、野生植物の表面、カンガルーネズミの消化管への超ウラン放射性核種の移行は分裂実験区域よりも非分裂実験区域において大きい値を示した。この結果は調査した非分裂実験区域においては、分裂実験区域よりも再浮遊し吸収されやすい微粒子土壌の割合が多いことを示唆している。

非分裂実験区域のカンガルーネズミの消化管(内容物含む)や放牧肉牛のルーメン内容物におけるプルトニウム-239/240の乾燥重量あたりの平均含有量は同等であった。また、非分裂実験区域、分裂実験区域ともに、カンガルーネズミの消化管以外の部位と消化管、消化管と野生植物のプルトニウム-239/240含有濃度比に統計的有意差はなく同程度であった。一方、非分裂実験区域における消化管以外の内臓と消化管(ルーメン内容物)のプルトニウム-239/240含有濃度比は、カンガルーネズミの場合は、放牧肉牛と比較して30倍大きい値であり、プルトニウム-239/240の組織への移行が放牧肉牛よりもカンガルーネズミで顕著であることを示唆している。

分裂実験区域では、カンガルーネズミの消化管以外の部位における放射性核物質の生体利用性がストロンチウム-90> セシウム-137> プルトニウム-238> アメリカシウム-241> プルトニウム-239/240 であることが示唆された。またストロンチウム-90 の消化管からの消化管以外の部位への移行が、他の核種に比べ高いことや、プルトニウム-239/240 が比較的毛皮に移行しやすいことなどが述べられている。

【71】 チェルノブイリ原子力発電所周辺地域に生息する無脊椎動物中のプルトニウム、セシウム -137 およびストロンチウム -90

- 英語タイトル：Plutonium, ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in selected invertebrates from some areas around Chernobyl nuclear power plant
- 著者名：Mietelski JW, Maksimova S., Szwalko P., Wnuk K., Zagrodzki P., Blazej S., Gaca P., Tomankiewicz E., Orlov O.
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 101, 488-493(2010)
- 論文種別：原著論文
- 核種：プルトニウム、セシウム-137、ストロンチウム-90
- 研究対象：環境
- キーワード：plutonium, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, Chernobyl, invertebrate, radioactive contamination of biota
- 索引用キーワード：チェルノブイリ、無脊椎動物、放射性核種、移行
- 引用図表点数：図3点、表5点

【要約】

本論文では、チェルノブイリ原子力発電所周辺地域に生息する無脊椎動物の放射能汚染状況を把握することを目的として、コウチュウ、アリ、クモおよびヤスデを含む陸生の無脊椎動物の20以上のサンプルの放射性物質（プルトニウム、セシウム-137 およびストロンチウム-90）量を報告している。放射性核種の比率分析より、放射性核種の移行には動物種間の違いがあることを明らかにしている。さらに、Partial Least-Squares 法（PLS）を用いた多変量解析により、高いセシウムの放射線量は主に落葉落枝層の表面に生息しているような比較的小さい生物に多く見られる、としている。これに対し、高いストロンチウムの放射線量は落葉落枝層の中で生息している生物に多く見られること、またプルトニウムについては明確な結果が得られなかったことを報告している。