

○防護措置等について	【116】～【126】
------------	-------------

【116】チェルノブイリの放射能で汚染された地域の防護措置

- 英語タイトル：Protective Measures for Activities in Chernobyl's Radioactively Contaminated Territories
- 著者名：Alexey V Nesterenko, Vassily B Nesterenko
- 雑誌名：Annals of the New York Academy of Sciences, 1181, 311-317(2009)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137、ストロンチウム-90
- 研究対象：食品、農産物、畜産物
- キーワード： ^{137}Cs , ^{90}Sr , protective measures
- 索引用キーワード：セシウム-137、ストロンチウム-90、防護措置、土壌浄化、食品加工
- 引用の図表点数：表 4 点

【要約】

チェルノブイリ事故以降、放射能で汚染された地域の状況を調査した論文である。放射性核種の内部吸収によってベラルーシ、ウクライナ、ロシアの汚染地域住民の放射能レベルは確実に増加しており、放射性核種で汚染された地域の人々の健康を守るため、農業、林業、畜産、漁業に関して特別な保護が必要である。フェロシアン、ゼオライト、ミネラル塩の食品添加物は食肉中の放射性核種の減少に有効な処置である。農作物では、ストロンチウム-90の拮抗剤として石灰/カルシウム、セシウム-137の拮抗剤としてカリ肥料、ストロンチウム-90と可溶性リン酸塩を形成するリン酸肥料を使用することで放射性核種が大幅に減少する。有機肥料と無機肥料を投入した牧草畑のディスク耕作 (Disk tillage) と再深耕は、鉍質土壌で生育した牧草のセシウム-137とストロンチウム-90を1/3～1/5に減少させる。放射性核種含有量を減らす食品加工法としては、穀物種子の洗浄、じゃがいものデンプンへの加工、炭水化物を含む食品の糖への加工、牛乳をバターやクリームへ加工する方法があり、さらに簡単な調理法によっても食品中の放射性核種を減少させることができる。ベラルーシでは、放射性核種の分散を防ぐため森林の植樹を行い、天然の隔壁として効果をあげている。放射性核種の問題解決には150～300年を要すると考えられ、防護措置を何世代にもわたって行う必要がある、としている。

【117】 チェルノブイリの事故後の 20 年間にわたる農業防護対策の実施：学んだ教訓

- 英語タイトル：Twenty years' application of agricultural countermeasures following the Chernobyl accident : lessons learned
- 著者名：Fesenko SV, Alexakhin RM, Balonov MI, Bogdevich IM, Howard BJ, Kashparov VA, Sanzharova NI, Panov AV, Voigt G, Zhuchenka YM
- 雑誌名：Journal of Radiological Protection, 26, 351-359(2006)
- 論文種別：総説
- 核種：セシウム-131、セシウム-137、ヨウ素-131
- 研究対象：食品、農産物
- キーワード：Chernobyl, agriculture, countermeasures
- 索引用キーワード：チェルノブイリ、農業防護対策
- 引用を図表点数：図 3 点、表 2 点

【要約】

チェルノブイリ事故後の農業防護対策とその結果についてまとめた総説である。チェルノブイリ NPP（原子力発電所）の事故は、原子力エネルギーのこれまでの歴史上で最も深刻なものであるが、被災地での汚染食料の摂取が、住民の重要な放射線被曝源となった。ベラルーシ、ロシア、ウクライナの被災地域では、人々の被曝低減及び農業への影響軽減を目的として、広範囲にわたるさまざまな防護対策が実施された。本総説では、これら 3 地域で 20 年間にわたって実施された防護対策で得られた重要なデータを初めて要約すると共に、この経験から学んだ重要な教訓も記述している。

【118】 放射線防護剤の歴史と開発

- 英語タイトル：History and development of radiation-protective agents
- 著者名：Weiss JF, Landauer MR
- 雑誌名：International Journal of Radiation Biology, 85, 539-573(2009)
- 論文種別：総説
- 核種：セシウム、ヨウ素
- 研究対象：放射線防護
- キーワード：radioprotectors, radiotherapy, antioxidant
- 索引用キーワード：急性障害、晩発障害、防護剤
- 引用を図表点数：なし

【要約】

種々の放射線事故シナリオに使用するため、理想的な防護剤の探索が 60 年以上行われてきた。この総説では、電離放射線の急性障害および晩発障害に対して

防護する可能性をもつ物質および方法について評価し、主に、(1) WR-2721 などのアミノチオール系防護剤の線量低減効果、(2) SOD (スーパーオキシドディスムターゼ) などの抗酸化酵素あるいはその模倣薬について、投与にともなう放射線防護効果、(3) 抗酸化栄養素 (ビタミン A、C、E、 α -トコフェロールなど) の放射線防護効果を概説している。また、(4) フラボノイド類およびポリフェノール類などの植物化学物質の放射線防護効果について、これまでの研究例を取りまとめている。

【119】 チェルノブイリ事故後の長期にわたるロシア連邦の農村集落での住民被曝と防護措置実施に関わる重要な要因

- 英語タイトル: Important factors governing exposure of population and countermeasure application in rural settlements of Russian Federation in the long term after the Chernobyl accident
- 著者名: Fesenko S, Jacob P, Alexakhin R, Sanzharova NI, Panov A, Fesenko G, Cecille L
- 雑誌名: Journal of Environmental Radioactivity, 56, 77-98(2001)
- 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、環境 (土壌・水等)
- キーワード: countermeasures, Chernobyl, rural settlements, remediation, Russia
- 索引用キーワード: チェルノブイリ、ロシア、農村集落、環境浄化、セシウム-137、内部被曝線量
- 引用図表点数: 図 3 点、表 11 点

【要約】

本論文では、チェルノブイリ事故後のロシア連邦の農村集落での住民被曝と防護措置実施に関わる要因について報告している。ロシア連邦のチェルノブイリ事故後の年間被曝量が 1mSv/a を超える汚染地域を、セシウム-137 汚染濃度、内部被曝線量、および森林との隣接度により分類した。最大汚染地域を例外として、内部被曝線量は植物根の吸収できるセシウム-137 量の低下に伴い減少した。セシウム-137 汚染濃度が 555kBq/m^2 を超える地域では逆の傾向が見られた。これは、措置の縮小や停止および立ち入り制限措置が継続している地域の森林産物の消費増加により説明可能である。27 集落を対象に過去の措置効果の評価および住民への被曝とその経時変化を支配する最重要な要因の特定を検討した。最大 40% の被曝線量を低減する措置の効果は長期的には低下傾向にあった。農村集落における継続的な環境浄化の必要性を、一部集落および全汚染地域に対して評価したところ、措置は少なくとも 2045 年まで重要な要因であることがわかった。

根圏の改良(耕起、すき起こし、および蒔き直し)およびセシウム結合物質(フェロシン)の動物への投与による内部被曝線量低下の大きな効果が特定の集落で認められた。森林から離れたところにある集落では汚染濃度で標準化した内部被曝線量と集落周辺の泥炭層の割合の相関に直線関係が見られた。森林近辺の集落では、この関係は弱く、内部被曝線量は森林食品産物による影響を強く受けていることが示唆された。ミルクは未だロシア農村集落での内部線量に最も関与の大きい製品であるが(森林から離れた集落では70%以上の寄与率である)、森林近辺の集落ではキノコによる内部被曝線量に対する影響がミルクによる影響と同程度であること、が報告されている。

【120】放射線防護：現状と将来展望

- 英語タイトル：Radiation Protectants; Current Status and Future Prospect
- 著者名：Hayes D
- 雑誌名：Health Physics, 90(3), 276(2006)
- 論文種別：総説
- 核種：なし
- 研究対象：防護技術
- キーワード：neutraceutical, anticarcinogenic, fruits, vegetables
- 索引用キーワード：野菜、果物、栄養補助食品
- 引用を図表点数：なし

【要約】

2004年度「放射線防護と測定に関する国際会議(NCRP)」において発表され、“Health Physics”の2005年11月号で報告された論文「放射線防護：現状と将来展望」には、“The neutraceutical approach”の項目がある。この論文において、健康補助食品(dietary supplements)は、栄養補助食品(neutraceutical)と記載され、保護効果は大きくは無いが無毒で、極めて認容性が良好であるものとして分類されている。この論文は信頼性があり完成度が高いが、果実と野菜による放射線防護に関する議論に欠けている。実験室レベル、並びに、疫学的レベルの事実が、それを証明している。例えば、疫学調査においては、広島と長崎の原爆からの生存者を対象にした、放射線誘発ガンに対する果実と野菜の保護効果に関する明瞭な事実が、最近報告されている。果実と野菜の抗ガン作用は、多数の弱い抗ガン作用を持つ成分の組み合わせによる相乗効果によるものであり、これが、同時に低い毒性となっている、としている。果実と野菜の放射線誘発ガンに対する保護機能に関しては、2005年にHayesらによる総説が発表されている。

【121】牛乳中の安定同位体および放射性ヨウ素濃度：ヨウ素の摂取量の影響

- 英語タイトル：Stable and radioiodine concentrations in cow milk: dependence on iodine intake
- 著者名：Voigt G, Kiefer P
- 雑誌：Journal of Environmental Radioactivity, 98(1-2), 218-227(2007)
- 論文種別：原著論文
- 核種：ヨウ素-131
- 研究対象：畜産物
- キーワード：Stable iodine, Radioiodine, Cow milk, Transfer coefficient
- 索引用キーワード：安定ヨウ素摂取量、牛乳、移行係数、摂取基準
- 引用を図表点数：図3点、表5点

【要約】

放射性ヨウ素の牛乳への移行を低減する措置としての安定ヨウ素の利用可能性を検討するため、異なる量の安定ヨウ素で飼育した乳牛由来の牛乳中の安定ヨウ素および放射性ヨウ素濃度を調べた論文である。通常の乳牛の安定ヨウ素の平均摂取量の20mg/日に比べて、低摂取群(<1.5mg/日)では、放射性ヨウ素の移行が25%程度減少し、摂取量が10～500mg/日の範囲では何ら効果が認められなかった。一方、安定ヨウ素の摂取量が1000mg/日以上では、2桁の減少を達成できた。放射性ヨウ素の移行を顕著に低減するには、通常の安定ヨウ素摂取量の約100倍の投与摂取が必要であるが、このような過剰摂取により牛乳中の安定ヨウ素濃度がヒトの摂取基準を越える結果をもたらした。しかしながら、牛乳経路を介した安定ヨウ素の供給は、緊急事態におけるヒトの被曝線量低減のための予防策として有効である可能性がある、としている。

【122】セシウム-137 汚染土壌浄化を目的とする台湾原産植物種の評価とセシウム-137の土壌から植物への移行におけるカリウム添加および土壌改良の効果

- 英語タイトル：Screening plant species native to Taiwan for remediation of ¹³⁷Cs-contaminated soil and the effects of K addition and soil amendment on the transfer of ¹³⁷Cs from soil to plants
- 著者名：Chou FI, Chung HP, Teng SP, Sheu ST
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 80, 175-181(2005)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-137
- 研究対象：農産物、環境
- キーワード：¹³⁷Cs-contaminated soil, Phytoremediation, Transfer factor, Green manure, Taiwan

- 索引用キーワード：土壌、汚染、浄化、ナタネ
- 引用の図表点数：図 3 点、表 1 点

【要約】

本論文では、台湾原産の植物種（野菜 4 種および緑肥植物 2 種）による、汚染土壌からのセシウム-137 除去の可能性について検討している。セシウム-137 汚染土壌および改良土壌（セシウム-137 汚染土壌に園芸土壌を混合）においてキャベツ、ハウレン草、レタス、大根、ナタネおよびクローバーを栽培し、植物体への本放射性核種の移行を調べた。このうち、セシウム-137 の移行係数（transfer factor）が高かったナタネについては、土壌へのカリウム添加が植物へのセシウム-137 移行に及ぼす影響を検討した。改良土壌で栽培した植物は、汚染土壌で栽培した植物よりも高いバイオマス生産性を示し、中でもナタネ地上部はバイオマス生産性が最も高く、セシウム-137 の移行係数も最大であった。また、現地において肥料として通常使用される 100ppm 濃度の塩化カリウムを添加した土壌で栽培したナタネではセシウム-137 の移行が抑制された、と報告している。本論文は、台湾における一般的な緑肥植物であるナタネが、セシウム-137 汚染土壌浄化に適した植物である可能性を示すものである。

【123】野菜へのセシウム -134 の取り込みは酸性土壌に施用される消石灰に影響される

- 英語タイトル：¹³⁴Cs uptake by four plant species and Cs-K relations in the soil-plant system as affected Ca(OH)₂ by application to an acid soil
- 著者名：Massas I, Skarlou V, Haidouti C, Giannakopoulou F
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 101, 250-257(2010)
- 論文種別：原著論文
- 核種：セシウム-134
- 研究対象：農産物、環境
- キーワード：Cesium, Liming, Soil, Plant, Uptake, Calcium, Pottasium
- 索引用キーワード：土壌、野菜、吸収、消石灰
- 引用の図表点数：図 1 点

【要約】

本論文は、酸性土壌に消石灰（水酸化カルシウム）を施用した場合に、大根、キュウリ、大豆、ひまわりが取り込むセシウム-134 の量について検討したものである。各々可食部と非可食部についてセシウム-134 濃度と消石灰施用量との相関を検討し、全体的な傾向として消石灰を多く施用した時にセシウム-134 の吸収が低下することを見出している。その低下率はひまわり種子における 1/1.6

から大豆の非可食部における 1/6 の間に分布していた。消石灰の施用により植物中のカリウム濃度も減少したが、その割合はセシウム-134 ほど顕著ではなかった。この結果は、土壌の石灰化がセシウム-134 吸収に及ぼす影響が、カリウム吸収に及ぼす影響よりも強いことを示唆するものであった。この観察結果について、土壌マトリックスや植物内でのイオン間相互作用という観点から議論し、消石灰の施用に伴うカルシウム濃度の上昇により土壌マトリックスへ固定されるセシウム-134 量が増加、結果として植物に取り込まれるセシウム-134 が減少したものと考察している。

本論文は、野菜へのセシウム-134 の取り込みが酸性土壌への消石灰の施用程度によって変わることを示したものである。

【124】放射線生態学、放射線生物学そして放射線防護：枠組みと問題点

- 英語タイトル：Radioecology, radiobiology, and radiological protection: frameworks and fractures
- 著者名：Pentreath RJ
- 雑誌名：Journal of Environmental Radioactivity, 100, 1019-1026(2009)
- 論文種別：総説
- 核種：なし
- 研究対象：防護技術
- キーワード：Radiological protection, General public, Natural environment, Radioecology, Radiobiology
- 索引用キーワード：放射線防護、環境防護、放射線生物学、放射線生態学
- 引用の図表点数：図 2 点

【要約】

本論文では、環境防護の枠組み構築の方法論について述べている。一般人の放射線防護体系は古くから存在し、今でも ICRP（国際放射線防護委員会）によって、現在の被曝状況と予測される今後の被曝状況を包括するように改良が加えられている。しかしながら、環境防護に関しては、ようやく体系的な取り組みが始まったばかりである。環境防護の枠組みの構築にあたっては、スケールは異なるが、人の防護体系と同様の枠組みを軸として展開するべきで、それは放射線生物学に基づくと共に放射線生態学の中心をなすものでなければならない、としている。

【125】 米国における放射線防護規定、勧告と規範の歴史

- 英語タイトル：A Review of the History of U. S. Radiation Protection Regulations, Recommendations, and Standards
- 著者名：Jones CG
- 雑誌名：Health Physics, 88(6), 697-716(2005)
- 論文種別：総説
- 核種：なし
- 研究対象：放射線防護
- キーワード：Reviews, Safety standards, Regulations, Health physics society
- 索引用キーワード：総説、規定、勧告、規範、歴史
- 引用を図表点数：表 2 点

【要約】

米国における放射線防護規定、勧告、規範の歴史に関する総説である。1895年にレントゲンによりエックス線が発見されて3年後、キュリー夫妻によりラジウム元素が分離された。電離放射線の医学、科学、そして工学における利用の可能性への期待が巻き起こった。他の新技術と同様に、人類の進歩にとって、放射線技術の利用はその利益と潜在的な有害性の双方をはかりにかけerの必要があった。初期においては、放射線の危険性は十分理解されていなかった。数十年を経て学会や業界団体が増加し、電離放射線の利用のために標準化された手引書と勧告の確立が必要とされるようになった。現在では、職業労働者、一般人、そして環境を保護するため、米国放射線防護基準と勧告が多様化し、複雑化している。本総説では、放射線と放射性物質の安全な利用を保障するための放射線防護基準と規定の発展と適用の歴史について取りまとめられている。また、米国の放射線防護政策の基である国際的および米国内の科学的勧告・管理組織の発展と役割について解説されている。

【126】 放射線防護剤：現状と今後の展望

- 英語タイトル：Radiation protectants: Current status and future prospects
- 著者名：Seed TM
- 雑誌名：Health Physics, 89(5), 531-545(2005)
- 論文種別：総説
- 核種：セシウム、ストロンチウム、ヨウ素
- 研究対象：防護技術
- キーワード：National council on radiation protection and measurements, radiation, ionizing, health effects, terrorism
- 索引用キーワード：放射線防除、放射線防護剤、米国食品医薬品局
- 引用を図表点数：図 2 点、表 4 点

【要約】

放射線防護剤の現状と今後の展開をまとめた総説である。今日の高まりつつある核／生物学的／化学的脅威の環境では、意図しない電離放射線被ばくの健康危害リスクから、特別な高リスク集団だけでなく、広く一般の人々も守るための安全かつ効果的な措置を持つ必要がある。未だ満たされていない夢は、想定される或いは現実の核／放射能事故発生前に副作用がなくて容易に経口投与できるグローバルに有効な薬を保有することである。そのような理想的な放射線防護剤は未だなく、その開発と人への使用認可は今後の大きな課題である。アミノチオール (aminothiols) 族の代表種の薬剤、例えば Amifostine (MedImmune 社、ゲイサーズバーグ、メリーランド州) は、正常組織の放射線照射や放射線作用を持つ化学物質への曝露に対する強力な細胞保護剤 (cytoprotectant) であることが証明されている。Amifostine は、現在臨床的に使用されているが、薬物毒性、限られた時間の保護作用および薬剤管理の難しさなどの要因から、臨床以外での有効利用が制限されている。新しい安全で効果的な放射線防護剤 (radioprotectant) 探索が、次のような研究開発戦略のもと、現在、精力的に行われている。(1) 新規化学物質や天然物の大規模スクリーニング、(2) 効果があるが毒性のある既知の放射線防護剤の再構成／再構築、(3) 本質的に毒性がない、適度に保護作用を持つ栄養補助食品 (nutraceutical) の利用、(4) 放射線防護の相乗効果を促進するために、異なる保護作用メカニズムを持ち、毒性がある薬剤の低服用量による組み合わせ、(5) 曝露後の治療法での保護効果に期待できることを前提に、毒性を低減させる代償として、薬効の低レベル化の受け入れ。これらの戦略のどれが最終的に成功するかを予測することは難しいが、有用な保護剤が市場に現れる確率が高くなることは確かである。このような状況は、放射線防護への関心の復活、連邦政府機関による技術革新に対する支出の増加、および米国食品医薬庁 (FDA) の新しい承認ガイダンス策定への動きにより作り出されている、としている。