

< 1. p.1-10 >

チェルノブイリ原発事故による放射能影響に関する最近のトピックス

今中哲二

京都大学原子炉実験所

チェルノブイリ事故に関し、放射能放出量、汚染面積、被曝量、被曝リスクといった放射能影響に関連する基本的な事項をまとめた。おおざっぱに見積もって、原子炉内にあったヨウ素 131 の 50～60%、セシウム 137 の 30～50%が環境中に放出された。事故発生時の放射能で表すと、それぞれ 4000～5000 万 Ci と 200～400 万 Ci に相当する。ヨーロッパの 13 力国における、1 平方 km 当り 1Ci 以上のセシウム 137 汚染地域の総面積は、19 万平方 km に達している。もっとも大きな汚染を受けた 3 力国（ベラルーシ、ウクライナ、ロシア）の総人口に対する集団甲状腺被曝量は 160 万人・Gy と推定されている。また、3 力国の主な汚染地域に居住している 516 万人に対する事故後 10 年間の集団実効線量は 4 万 2600 人・Sv と推定されている。これらの集団被曝量の値と ICRP1990 年勧告に示されている放射線リスク係数を用いると、1 万 3000 件の甲状腺ガンと 2100 件のその他のガン死が、それぞれの集団において予測される。

本レポートの他の論文では以下のようなことが示されている。ベラルーシでは 2000 年末までにすでに約 4400 件の放射線誘発甲状腺ガンが観察された。また、汚染地域住民や事故処理作業従事者の中で他のガンの増加傾向が認められた。汚染地域の子どもや胎内被曝を受けた子どもにおいて、健康悪化や精神発達障害が観察された。こうした知見のすべては、チェルノブイリ事故による健康影響の大きさや ICRP のリスク係数の適用性について結論するためには、十分に組織された疫学研究が必要なことを示している。

1986 年 6 月 1 日段階でのチェルノブイリ周辺での放射線量率を示す地図を紹介する。その放射線量率を用いて事故直後避難住民の被曝量を推定したところ、30km 圏内のいくつかの村では、かなりの割合の住民において急性放射線症状があった可能性を確認した。

< 2. p.11-27 >

チェルノブイリ型原発：その特徴と事故原因

Mikhail V. MALKO

ベラルーシ科学アカデミー・原子力合同研究所

本報告では、チェルノブイリ型原発の主要な特徴と 1986 年 4 月 26 日に発生した事故の原因について報告する。事故後に行われた科学的調査結果は、炉心設計の欠陥、安全設計規則の無視、ならびに原子炉運転マニュアルの不備がチェルノブイリ事故の主要な原因であったことを示している。さまざまな事故シナリオについて検討した結果、チェルノブイリ 4 号炉では核爆発が起きた可能性が大きく、その爆発力は TNT 火薬 200 トン分と考えられる。

< 3. p.28-44 >

チェルノブイリ原発事故の原因とシナリオ、ならびに敷地周辺への放射能放出

Boris I. GORBACHEV

ウクライナ科学アカデミー・学際科学技術センター「シェルター」

チェルノブイリ事故の原因に関して、新旧データの検討に基づいて現実的なシナリオを考案した。従来の公式見解と違って、新しいシナリオに基づくと、これまでうまく説明されなかった事故時の状況や事故プロセスについて合理的な説明が可能となる。4 号炉の運転員が

緊急停止ボタン AZ-5 を押したのは、炉心で最初の爆発が起きた後であった。それから、もっと強力な第 2 の爆発があり、その振動がチェルノブイリ原発から 100 ~ 180km 離れた 3 カ所の地震計に記録された。また、これまでほとんど知られていない、4 号炉建屋周辺への燃料飛散データについても報告する。

< 4. p.45-58 >

崩壊したチェルノブイリ 4 号炉内の核燃料

Volodymyr M. PAVLOVYCH

ウクライナ科学アカデミー・核科学研究所

本報告では、崩壊したチェルノブイリ原発 4 号炉の核的安全性の問題と、「石棺」内の核燃料の分布・存在量の問題とを検討する。石棺内に存在する核燃料の量と放出された量を決定する方法を詳細に検討した。核燃料の存在に関連しては、炉心直下の 305/2 室が核的にもっとも危険な場所であり、そこに特別の注意を払った。これらの知見と核燃料含有物質サンプルの分析結果を基に、核的安全性の計算を行い、仮想的条件下での事故連鎖反応のシナリオを検討した。そうした計算結果の一部を紹介する。

< 5. p.59-73 >

チェルノブイリ原発周辺地域における放射能汚染の解析

*Alexander GAYDAR and Oleg NASVIT**

ウクライナ科学アカデミー・核科学研究所、*イノベーション研究実施企業 “Stroom”

チェルノブイリ事故により大量の放射性物質が環境中に放出され、広大な地域に拡散した。放射性物質の沈着がもっとも大きかったのは、チェルノブイリ原発に隣接する地域である。本報告では、最新の技術を用いたサンプリングならびに測定が実施され、放射能汚染レベルとその組成について信頼できるデータが膨大に得られているチェルノブイリ原発隣接地域の放射能汚染調査について、これまでの調査の概要と最近の状況を介绍する。地形学統計解析を用いたデータ処理によって、汚染レベルと組成の地域的傾向を明らかにし、セシウム 137、ストロンチウム 90、アメリカシウム 241 およびプルトニウム同位体といった核種について詳細な汚染地図を編集することが可能となった。超ウラン元素に対しては、核実験にともなう地球規模汚染とチェルノブイリ由来の汚染を分別し、アメリカシウム 241 による将来の汚染地図を予測した。

著者らによって開発された新しい地形情報技術は、放射能汚染の形成における地形学的要因の解明を可能にしている。こうした地形学的アプローチを基に、高汚染地域の場所や形状の特殊性を説明する試みを行った。

< 6. p.74-85 >

チェルノブイリ原発冷却池における放射能生態系の現状

Oleg NASVIT

イノベーション研究実施企業 “Stroom”

チェルノブイリ原発冷却池における水中放射能モニタリングデータの解析結果は、セシウム 137 濃度の定期的な季節変動を示している。一方、ストロンチウム 90 についてはそのような傾向は認められなかった。セシウム 137 のこの変動現象は、微生物活動によって支配される、湖底土から水中へのセシウム 137 移行の季節変化によるものであることが強く示唆された。水深の大きな湖底における汚泥中でのセシウム 137 の深度分布分析もこの推測を支持

している。

2001年8月に実施した調査によって得られたデータは、供用停止間近である冷却池が、放射能生態学的に安定した段階にあることを示している。冷却池の湖底土に蓄積されている放射エネルギーは、セシウム137、ストロンチウム90、アメリカシウム241について、それぞれ4,400、650、18 Ciと推定されている。供用停止にともなって湖水面が自然レベルまで低下した場合、セシウム137の70%、ストロンチウム90の50%、アメリカシウム241の80%が、水面下にとどまるであろうと評価されている。冷却池に生息するさまざまな魚類、水生植物、貝類の汚染データも紹介する。

< 7. p.86-96 >

ロシアの汚染地域におけるヨウ素131汚染、甲状腺被曝量、甲状腺ガン
Valery F. STEPANENKO, Evgeny M. PARSHKOV, Viktor A. SOKOLOV, Mark Yu. ORLOV, Alexander I. IVANNIKOV, Valery G. SKVORTSOV, Elena K. IASKOVA, Timofey V. KOLIZHENKOV, Irina G. KRYUKOVA, Anatoly F. TSYB
ロシア医学アカデミー・医学放射能研究センター

チェルノブイリ事故により約1,800PBqのヨウ素131が環境中に沈着した。ロシアで最も汚染が大きかったのは、ブリャンスク州、ツェラ州ならびにオリョール州であった。ヨウ素131の約80%は事故後の最初の一週間で沈着した。この放射能の崩壊は早い(半減期約8日)ので、沈着量の直接的な測定データは限られている。一方、長半減期であるセシウム137については広汎な測定が実施されている。その結果、甲状腺被曝量を推定するために、ヨウ素131とセシウム137の放射能比を用いて、ヨウ素131の土壌沈着量を推定した。甲状腺中のヨウ素131を直接測定したデータと、土壌中のヨウ素131とセシウム137測定データを組み合わせて、甲状腺被曝量を評価するための経験式を考案し、1986年にヨウ素131が測定されていない地域について適用した。

甲状腺中ヨウ素131の直接測定結果に基づく被曝量評価によると、甲状腺被曝量のメディアン値は、カルーガ州(7地区)については子供で30mGy、大人で8mGyであった。ブリャンスク州5地区の大人に対するメディアン値は、30mGyから140mGyであった。セシウム137の汚染レベルが3.7kBq/m²(0.1Ci/km²)以上の地域における集団甲状腺被曝量は、ブリャンスク、オリョール、ツェラ、カルーガの各州について、72,600、16,900、13,400および3400人・Gyであった。

最も汚染されたブリャンスク州で、事故のときに0歳から50歳であった住民の1986年~2000年における甲状腺ガン発生率データを紹介します。事故後の最初の5年(1986-1990)は、年齢グループ別(0-4歳、5-9歳...)の甲状腺ガン発生率は安定していた。調査されたすべての年齢グループで1991年から甲状腺ガンの着実な増加が始まった。ブリャンスク州の最汚染4地区での甲状腺ガン例(事故時0-18歳)26件について、半経験モデルを基に個人線量を評価したところ、甲状腺ガン発生の被曝量への依存性が認められた。

< 8. p.97-102 >

ウクライナ・ジトーミル州ステパニフカ村の食品放射能汚染：1992年と2001年
Volodymyr TYKHYY
ウクライナ科学アカデミー・サイバネティックス研究所

チェルノブイリ事故によって汚染されたある村で、食品サンプルの放射能汚染測定を1992年と2001年に実施した。そのステパニフカ村はチェルノブイリ原発の西方120kmにあり、

セシウム 137 による地表汚染はその地域での典型的な値 (3~5 Ci/km²) である。調査を行ったのは、ウクライナの NGO「緑の世界」と国際ルネッサンス基金とによって設立された、キエフ独立環境ラボである。

調査の結果、2001 年の牛乳中のセシウム 137 濃度は、1992 年に比べ 9 分の 1 となっていたが、野生のキノコやベリーの汚染は同じレベルにとどまっていた。食品と飲料水を通してのステパニフカ村の人々の年間セシウム 137 摂取量は、1992 年に比べ 2001 年は約 3 分の 1 に減少していた。一方、セシウム 137 の減少傾向と異なり、牛乳や乾燥ベリー中のストロンチウム 90 濃度は、1992 年に比べ 2001 年は有意に大きかった。

< 9. p.103-111 >

ベラルーシ食品中のチェルノブイリ事故由来の放射性物質濃度

*Vladimir P. MATSKO and Tetsuji IMANAKA**

ベラルーシ科学アカデミー・放射線生物学研究所、*京都大学原子炉実験所

ベラルーシの食品と飲料水について、チェルノブイリ事故由来の放射能汚染に関する最近のデータをレビューした。ストロンチウム 90 とセシウム 137 が人々に内部被曝をもたらす主要な核種である。公営農業部門 (コルホーズ、農業組合) からの農産品の汚染レベルは、内部被曝量が年間 1mSv 以下になるよう定められた現行の法的基準 RAL-99 を概して下回っている。一方、個人的農業部門における農産品では、RAL-99 を上まわる汚染がしばしば認められ、なかでも、もっとも深刻な汚染をうけたゴメリ州の集落において顕著である。汚染地域における畑以外からの食品、すなわちキノコ、ベリー、魚、野獣の肉については特別な注意が必要である。たとえば、ゴメリ州のある集落では生キノコ 1 kg 当り約 37,000Bq というセシウム 137 汚染が記録されており、この値は RAL-99 基準値の 100 倍である。飲料水についてはきわめて良好な状況にあり、この 10 年間、RAL-99 を越える値は記録されていない。

< 10. p.112-122 >

チェルノブイリ周辺における魚の放射能汚染の長期的観察

Igor N. RYABOV

ロシア科学アカデミー・エコロジー進化問題研究所

チェルノブイリ事故によって放射能汚染を受けたさまざまな水系に生息する漁獲対象魚種について、セシウム 137 蓄積量の変動を調査した。最も大きなセシウム 137 濃度は、1986 年にチェルノブイリ原発冷却池の魚に記録された、生重量 1kg 当り 500kBq であった。この 15 年間すべての水系において魚の放射能レベルは低下しているが、その低下速度はさまざまである。食物連鎖の階層に依存した、セシウム 137 蓄積の特性が観察されている。事故後数ヶ月間は、キエフ貯水湖の非肉食魚種のセシウム 137 濃度は、カワカマスの 10 倍であった。1987 年以降は、捕食魚種の濃度が非捕食魚種の 2~3 倍となった。カワカマスやパーチといった魚が高濃度を示している。2001 年までに、魚のセシウム 137 濃度は、冷却池で生重量 1 kg 当り 5kBq 以下に、テレフ川で 0.09kBq 以下に、キエフ貯水湖で 0.5kBq 以下となった。一方、チェルノブイリ原発から 100~200km も離れているものの、ロシア・ブリャンスク州やベラルーシ・モギリョフ州にあって、カリウムイオン濃度が低くよどんだ閉塞性の湖では、高濃度のセシウム 137 が継続している。生殖臓器の異常が捕食性魚種において最も多く観察されている。

< 11. p.123-141 >

チェルノブイリ事故処理作業従事者の EPR による被曝量評価

Vadim CHUMAK

ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センター

本報告では、歯エナメルの EPR を用いた被曝量評価に関して、ウクライナでの研究開発と応用の現状を紹介する。ここで述べる EPR 被曝量評価の手順は、SCRM (放射線医学科学センター) によって開発され、チェルノブイリ事故処理作業員 (リクビダートル) の被曝量を遡って評価するために実際に応用されている。SCRM では、オリジナルな ESR 被曝量評価手順をあみ出すとともに、見せかけ誤差要因の究明とその排除のために精力的に実験研究を実施した。そうして考案された EPR 被曝量評価手順は、高精度、高感度でかつ再現性を持ち、技術的実用性を備えている。SCRM の EPR 被曝量評価手順の高い品質は、一連の国際比較測定を含めた品質保証プログラムによって証明されている。恒常的で全国的なネットワークを確立して歯を収集することが、ウクライナにおいて EPR 被曝量評価を成功させるもうひとつのキーポイントとなっている。

チェルノブイリ被災者への医療支援において、EPR 被曝量評価を応用するための最適な方法について述べる。ウクライナにおける主要な用途は、事故処理作業員の被曝量を高精度で評価することと、EPR によって得られた値を他の被曝量評価方法によって得られた値の基準値として用いることである。後者は、チェルノブイリ事故に対する EPR 被曝量評価手法のもっとも効果的な活用である。EPR 線量評価は、FISH、ADR、SEAD、RADRUE といった遡及的被曝量評価方法の確かさを検証するために使われている。EPR 被曝量評価は現在、チェルノブイリ被災者の医学的追跡において必須の役割を果たしている。

< 12. p.142-151 >

ロシアの放射能汚染地域住民の歯エナメル EPR 測定を用いた遡及的被曝量評価

Alexandre I. IVANNIKOV, Valeri G. SKVORTSOV, Valeri F. STEPANENKO

ロシア医学アカデミー・医学放射能研究センター

ロシア・ブリャンスク州の放射能汚染地域住民を対象に、歯エナメルの EPR スペクトル測定を用いて実施した大規模な被曝量評価結果を報告する。対照グループには、隣接するカルーガ州の非汚染地域住民を選んだ。放射能汚染にともなう過剰な放射線被曝量は、自然放射線バックグラウンドによる歯の年齢分の EPR シグナルへの寄与を差し引いて決定した。汚染地域ごとに住民の平均被曝量を求めた。平均被曝量の誤差は、検査対象人数と個人的な結果のバラツキに応じて、4 から 25mGy であった。平均被曝量は地域によって大きく変動し、最大で 70mGy であった。歯エナメル EPR スペクトルによる平均外部被曝量の値は、直接的な被曝量測定値や他の遡及的被曝量評価値と概して一致した。グループ内の何人かには、平均被曝量を大きく上回る被曝が認められた。このことは、歯エナメルの EPR 測定を用いて、大きな被曝を受けた住民を見出し、放射線リスクの大きい医学的モニタリング対象グループに含めることが可能であることを示している。

< 13. p.152-159 >

ベラルーシの汚染地域住民に対する放射線リスクの評価

Vladimir A. KNATKO, Mikail M. KOMOCHKOV, Alla E. YANUSH*

ベラルーシ科学アカデミー・放射線生物学研究所、*ロシア合同核研究所

ベラルーシの汚染地域に居住する大人について、チェルノブイリ事故後の異なる期間の集積被曝量を評価した。1986年から2001年間の平均集積被曝量は、南部汚染地域と東部汚染地域でそれぞれ50mSvと39mSvと評価された。得られた被曝量データを用いて、最近の放射線生物学の研究に基づいて考案された2重防護モデル(TDR)によって、汚染地域の大人に対するガン死の相対過剰リスクを求めた。その結果、チェルノブイリ事故によるガン死の相対過剰リスクは生涯で5-6%となった。この値を、国際放射線防護委員会1990年勧告に基づく値と比較してみると、TDRモデルの値の方が約6倍大きかった。

< 14. p.160-167 >

ヨウ素 131 吸入によるベラルーシ汚染地域住民の甲状腺被曝量

Vladimir A. KNATKO and Inga N. DOROZHOK

ベラルーシ科学アカデミー・放射線生物学研究所

土壌サンプルにおける¹³¹Iと¹³⁷Csの関係と、各集落における¹³⁷Cs汚染データとを用いて、ベラルーシの東部汚染地域と南部汚染地域の各集落(1,079カ所と316カ所)での¹³¹Iの沈着密度を推定した。その結果によると、¹³¹I沈着密度の90%範囲は、東部汚染地域で500~2,300kBq/m²、南部汚染地域で700~3,500kBq/m²であった。¹³¹Iの沈着密度を用いて、それぞれの地域での放射能沈着の時期と特徴を考慮しながら、¹³¹I吸入にともなう甲状腺被曝量を求めた。吸入にともなう大人の平均甲状腺被曝量は、東部汚染地域で3から80mSv、南部汚染地域で40から370mSvとなり、それぞれの中央値は、20mSvと130mSvとなった。評価手法にともなう甲状腺被曝量の不確かさについても考察した。

< 15. p.168-187 >

ロシア全国医学被曝登録に基づく疫学研究：チェルノブイリ事故処理作業者に観察されたガン影響と非ガン影響

Marat M. MAKSIOUTOV

ロシア医学アカデミー・医学放射能研究センター、国家放射線疫学登録

1986年6月、ソ連保健省は放射線被曝者全登録という大規模なプログラムを開始した。オブニンスク市のロシア医学アカデミー・医学放射能研究所(現在のロシア医学アカデミー・医学放射能研究センター)が、登録プログラムの創設と管理を行う中心組織に指定された。国家登録の課題は2つであった。第1に、チェルノブイリ事故にともなう健康影響を評価し、その影響を緩和するための最適な戦略を考案すること、第2に、放射線被曝にともなう実際のリスクを評価するための長期的な疫学研究を組織することであった。2001年12月現在、ロシア全国医学被曝登録(RNMDR)は、ロシア領内に居住するチェルノブイリ事故被災者58万5121人の医療ならびに被曝データをもっている。そのうち、事故処理作業者は18万7596人(登録の32.1%)である。

本論文では、RNMDRに含まれる事故処理作業者集団の医学的および被曝量データを解析した結果を示す。放射線被曝にともなうガン影響と非ガン影響についてとくに留意した。ICRPによって勧告されている放射線被曝リスクは主として1945年の広島・長崎の被爆生存者集団(LSSコホート)の疫学調査に基づいている。統計的に有意な日本の被曝者集団の被曝リスク係数は、0.3Sv以上の個人被曝量範囲から得られている。低被曝量域(0.2Svまで)については、外挿に基づいているだけで、疫学的に直接的に確認されたものではない。したがって、RNMDRは、事故処理作業者集団に対する医学的ならびに被曝の情報に基づき、低被曝量のリスクを明らかにできる最初の研究である。

本報告は、以下の5つの章で構成される。第1章は、RNMDRの組織と概要を述べ、事故処理作業員集団の特徴を述べる。第2章から第4章では、国家登録の実際のデータに基づいて、放射線リスクを推定するための研究を示す。白血病と固形ガン、ならびに非ガン疾病について、事故処理作業員での発生率に基づく放射線リスクについて議論する。最後の第5章では、事故処理作業員の死亡率を扱い、放射線被曝との関係を示す。本報告の内容は、国家登録の専門家によってまとめられ、これまでに著名なロシアと国際的科学雑誌に発表された論文に基づいている。

< 16. p.188-201 >

チェルノブイリ事故によるウクライナ住民への医学的影響研究によって
得られた疫学的知見

Anatoly Ye. PRYSYAZHNYUK, Volodymir G. GRISHTSHENKO, Zoya P. FEDORENKO,
Ludmila O. GULAK*, Mykola M. FUZIK*
ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センター
*ウクライナ医学アカデミー・腫瘍研究所

チェルノブイリ事故による被害を受けた、さまざまなウクライナ人集団の健康状況を明らかにすることは、事故被害低減にあたってもっとも重要な問題のひとつである。健康影響やチェルノブイリ被災者の登録データに基づく多くの科学研究が、事故処理作業従事者、プリリャチ市や30km圏からの避難住民、放射能汚染地域住民といった被災者集団の健康悪化を示している。チェルノブイリ事故によるもっとも顕著な確率的影響は、これらのウクライナ人集団での甲状腺ガン増加として現われている。また、女性の乳ガンと、その他のいくつかの固形ガンについても増加が示唆されている。確率的ならびに非確率的影響について今後の長期的な調査が必要である。

< 17. p.202-230 >

チェルノブイリ事故によって胎内で急性被曝を受けた子供たちの知性と脳障害

*Angelina I. NYAGU, Konstantin N. LOGANOVSKY, Tatiana K. LOGANOVSKAJA,
Viktor S. REPIN*, Stanislav Yu. NECHAEV**
ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センター、放射能臨床研
*ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センター、放射能障害予防疫学研

本研究の目的は、胎内において急性的な被曝を受けた子供たちの精神的、神経生理的、神経精神的状态を明らかにすることである。チェルノブイリ事故の際に胎内被曝を受けて母親とともにキエフへ移住してきた子供100人(1986年4月26日から1987年2月26日の間に出生)をランダムに選び、彼らのクラスメート100人を対照グループに選んで調査した。調査項目は、Wechsler 子供知能指数(WISC)、脳電流グラフ(EEG)ならびに臨床検査である。被曝グループの胎児被曝量は11-92mSvで、対照グループでは0-3mSvであった。また甲状腺被曝量はそれぞれ、0.2-2Gyと0-0.04Gyであった。被曝グループの平均言語的IQはコントロールグループより低く(105.3±13.1 対 118.1±13; $p < .001$)、平均全スケールIQもコントロールより低かった(112.1±15.4 対 120.9±11.5; $p < .001$)。被曝グループではさらに、次のようなことが観測された。言語能力低下をとともなうWISC 実行・言語指数の不一致、低電圧・高周波のEEGパターンと左脳機能低下の頻度増加、波と波の増加($p < 0.001$)と波と波の低下($p < 0.001$)、発作的で器質的な精神障害頻度の増加、身体的自律神経異常、精神

の発達障害、挙動および情緒障害である。大脳の機能障害は病的にさまざまであった。本研究は、0.2~2Gyの胎内甲状腺被曝ならびに11~92mSvの胎児被曝が検出可能な大脳障害をもたらすことを示している。

< 18. p.231-239 >

チェルノブイリ事故に被災したベラルーシの子供たちの健康状態：事故から16年

*Alexander N. ARYNCHYN, Tatiana V. AVHACHEVA, Nika A. GRES,
Ekaterina I. SLOBOZHANINA**

ベラルーシ保健省・放射線医学内分泌学臨床研究所

*ベラルーシ科学アカデミー・光生物学研究所

チェルノブイリ事故により被災したベラルーシの子供たちの健康状態を調査するため、前向き固定集団調査を実施した。被曝グループは放射能汚染地域にずっと居住している133人の子供で、対照グループは自然放射線だけの地域に住んでいる186人の子供である。調査期間中、被曝グループが余分に受けた年間実効線量は0.13~2.24mSvであった。両グループのすべての子供は、1990年~2001年の間に少なくとも2回の臨床検査を受けた。鉛、カドミウム、水銀といった重金属の尿中濃度も測定した。臨床検査の結果は、両グループにおいて、自覚症状や臨床的症状が時間とともに増加していることを示している。自律神経系失調症にともなう心臓循環器系疾患と消化器系疾患の増加がもっとも顕著であった。1回目と2回目の両方の臨床検査において、すべての病理症状で、被曝グループでの頻度が対照グループよりも大きかった。被曝グループにおける大きな相対リスクが、低血圧症(1回目と2回目それぞれRR=2.21と3.73)ならびに心臓疾患(RR=4.66と3.33)で認められた。ベラルーシの子供たちの健康悪化は、環境要因によって増加している病気に対して緊急の予防対策を行う必要性を示している。

< 19. p.240-255 >

チェルノブイリ事故によるベラルーシでの甲状腺ガン

Mikhail V. MALKO

ベラルーシ科学アカデミー・原子力合同研究所

ベラルーシにおける甲状腺ガンの発生率と死亡率の評価を行った。1987年から2000年の間にベラルーシでは放射線被曝によって約4400件の甲状腺ガンが発生し、そのうち692件が子供の甲状腺ガンで、3709件が青年・大人の甲状腺ガンであった。そのうち致死的な甲状腺ガンは約350件であった。甲状腺ガン発生率と集団甲状腺被曝量から求めた、甲状腺ガン発生率の絶対過剰リスク(EAR)は、1万人・年・Gy当り2.5~5.0件となった。甲状腺ガン死のEARは、1万人・年・Gy当り0.20~0.40件であった。一方、甲状腺ガン発生率の相対過剰リスク(ERR)は、1Gy当り11.2~22.4となった。本報告で明らかとなった甲状腺ガンリスクは、チェルノブイリ事故被災者に比べ数1000倍も大きな被曝量率で放射線を受けた原爆被爆生存者を基に得られた値より大きい。顕著な潜伏期間が認められていないことも、チェルノブイリ事故によるベラルーシの甲状腺ガンのもうひとつの特徴である。

< 20. p.256-267 >

放射線被曝事故によるヒトリンパ球染色体異常の解析

*Galina SNIGIRYOVA and Vladimir SHEVCHENKO**

ロシア保健省・レントゲン放射能学科学センター、

目的：チェルノブイリ事故処理作業従事者（リクビダートル）の細胞遺伝学的検査を行い、染色体異常の頻度に基づいて被曝量を遡及的に評価すること。

材料と方法：主として1986年と1987年にチェルノブイリ事故ゾーンで作業にあたった1500人以上のリクビダートルを対象に1986年から検査を行った。すべての対象者を、不安定型染色体異常を調べる従来の細胞遺伝学的手法を用いて検査した。また、クルチャトフ研の専門家12人を含む64人については、対称転座を調べることで可能なFISH法で検査した。

結果：1986年の検査結果では、リクビダートル集団における2動原体頻度が対照集団に比べ16倍も大きかった。その後、その頻度は顕著に減少した。しかしながら、事故から15年後においても、リクビダートル集団の2動原体染色体異常頻度は対照集団に比べ有意に大きかった。2動原体の頻度と被曝量・効果関係の校正曲線データを用いて、1986年に検査したリクビダートルの被曝量を推定した。平均被曝量は0.14Gyであった。転座を調べた52人のリクビダートルでの平均被曝量は0.16Gyであった。対照集団に比べ大きな転座頻度を示した18人の個人被曝量推定値は、0.22Gyから1.0Gyの間であった。

1996年に、22人のクルチャトフ研究所の専門家を検査した。大部分（13人）において、末梢血液中リンパ球の2動原体頻度が対照集団値に比べ有意に増加していた。5人の被検査者では、複数の染色体異常を含む細胞が認められた。3人は、とりわけ大きな被曝を受けており、その2動原体染色体頻度は、対照集団の100～1000倍であった。転座データに基づく、5人のクルチャトフ研専門家の被曝量は0.21～2.51Gyであった。これらの被曝量推定値には、さまざまな被曝量率で数年間にわたって被曝を受けたことに対する修正を考慮に入れていない。これらのことを考慮に入れるならば、推定被曝量はもっと大きくなるであろう。

結論：細胞遺伝学的手法は、細胞の遺伝的構造を明らかにするのに十分な感度を備えている。不安定型染色体異常の分析は、原子力事故にともなう多数の放射線被曝者をモニタリングするにあたって不可欠な方法である。細胞遺伝学的検査データは、さまざまな疾病に対するリスク増加集団を決定する上で重要な指標となりうる。FISH法による安定的転座の分析は、生物学的被曝量評価において、今後もっとも期待される手法のひとつである。転座頻度に基づく被曝量の検出限界値は、20～25cGyである。

< 21. p.268-276 >

チェルノブイリ事故処理作業における染色体異常の追跡調査

Natalia M. SLOZINA and Elizaveta G. NERONOVA

ロシア緊急事態省・全口緊急放射線医療センター

1986年から1989年にかけてチェルノブイリ事故処理作業に従事した359人を対象に細胞遺伝学的検査を実施した。検査時期は被曝をうけてから6年から12年後にわたっている。事故処理作業従事者において、断片対、2動原体、環状染色体といった染色体型異常の頻度が、対照グループに比べ有意に増加していた。染色分体型交換は、事故処理作業従事者にのみ認められた。1986年に作業に従事した243人を対象に、被曝マーカーの経年的変化を調べた。2動原体頻度の経年変化は、被曝後8年から12年にかけて増加を示すという、説明しがたい傾向を示した。さまざまなタイプの染色体異常頻度と、喫煙、コーヒー、アルコール消費量などといった生活習慣要因との相関性を、ステップ型多重因子回帰法で解析した。統計的に有意な相関性は、喫煙と染色分体型異常にのみ認められ、事故処理作業従事者のうち、喫煙者サブグループでの頻度が非喫煙サブ

グループより大きかった。被曝からかなり後の時期においても不安定型染色体異常の頻度が増加していることは、被曝の直接的作用に加えて、別の遺伝学的負荷の存在を想定させるものである。

< 22. p.277-286 >

チェルノブイリ原発 30km 圏無人ゾーン居住者の血液リンパ球染色体異常
Larysa BEZDROBNA, Tetyana TSYGANOK, Olena ROMANOVA, Larysa TARASENKO,
Volodymyr TRYSHYN, Ludmila KLIMKINA
ウクライナ科学アカデミー・核研究所

1998 年から 1999 年にかけて、チェルノブイリ原発 30km 圏無人ゾーンの自発的居住者 33 人と、キエフ州ヤホティン地区の住民 31 人を対象に、細胞遺伝学的比較調査を実施した。それぞれの居住区域におけるセシウム 137、ストロンチウム 90、プルトニウム 238,239+240 の地面汚染密度は、前者においてそれぞれ 74-477 kBq/m²、33-288 kBq/m²、1.5-10.0 kBq/m² で、後者においてそれぞれ 1.9-5.8 kBq/m²、0.6-2.8 kBq/m²、0.01-0.05 kBq/m² であった。無人ゾーンの放射線状況に関するさまざまなデータに基づいて、事故後の居住期間全体にわたる自発的居住者の全身実効線量は 30 - 333mSv と評価された。無人ゾーン自発的居住者の染色体異常細胞頻度と染色体異常頻度の平均値は、ヤホティン地区住民にくらべ有意に大きかった。同時に、ヤホティン地区住民の値は、文献に示されている自然発生レベルよりも大きかった。染色体異常の個人的バラツキは、無人ゾーン居住者の方がヤホティン地区住民に比べ有意に大きかった。両グループは、細胞当たり染色体異常数の分布においても異なっていた。無人ゾーン居住者 20 人について 2001 年に再検査を実施したところ、染色体異常の有意な減少が認められたが、それは主として染色体断片頻度の減少によるものであった。しかしながら、染色体異常全体の頻度は 1998-99 年と 2001 年では変化は認められなかった。

< 23. p.287-296 >

事故後の数年においてチェルノブイリ地域で観察された農作物に対する
放射線の細胞遺伝学的影響

Stanislav A. GERASKIN, Vladimir G. DIKAREV, Yevgenia Ya. ZYABLITSKAYA,
Alla A. OUDALOVA, Yevgeniy V. SPIRIN
ロシア農学アカデミー・農業放射能学農業生態学センター

1986 年のチェルノブイリ原発事故にともなう放射能汚染の農作物への細胞遺伝学的影響を調査した。外部からの線と線が中心であった事故後の急性期（1986 年）には、細胞遺伝学の基礎実験が示すのと同様な、急性線照射にともなう効果が認められた。（被曝線量が低く慢性的となった）1987 年～1989 年には、チェルノブイリ原発周辺 10km の植物の葉の分裂組織での細胞遺伝学的異常が、汚染レベルに依存して増加した。細胞遺伝学的損傷の減少は、放射線被曝の減少よりかなり遅れて現われた。3 世代にわたるライ麦と小麦を観察して遺伝的な影響を調べたところ、第 2 世代と第 3 世代において慢性的放射線照射に対する細胞遺伝学的損傷の感受性が増加した。