

緊急学習講演会「原発とエネルギー問題」原発・エネルギー・防災を考える倉敷市民の会

放射性物質・放射線の基礎知識

－福島原発事故での放射性物質の環境放出の農畜水産物への影響－

日本大学 野口 邦和

運転停止時の原子炉内放射能と放出量

原子炉内に存在するセシウム 137 (核分裂生成物) 対セシウム 134 (放射化物) の放射能比はほぼ 1 対 1 (チェルノブイリ原発事故では 2 対 1) であることから、福島第一原発では、同じ核燃料で長時間運転していたものと思われる。詳しい運転履歴がわからないため、仮に丸 2 年間フル出力で運転した直後のストロンチウム 90、ヨウ素 131、セシウム 137 のそれぞれの原子炉内放射能、および原子炉内総放射能 (半減期 1 時間超の 41 種類の放射性核分裂生成物のみ) を示す。

福島第一原発の原子炉内放射能の量 (ベクレル)

核 種	福島第一・1	福島第一・2	福島第一・3	合 計
ストロンチウム 90	1.17×10^{17}	1.99×10^{17}	1.99×10^{17}	5.16×10^{17}
ヨウ素 131	1.24×10^{18}	2.12×10^{18}	2.12×10^{18}	5.49×10^{18}
セシウム 137	1.20×10^{17}	2.04×10^{17}	2.04×10^{17}	5.28×10^{17}
原子炉内総放射能	6.86×10^{19}	1.17×10^{20}	1.17×10^{20}	3.02×10^{20}

放射性希ガス (キセノン 133 など)、揮発性の放射性ヨウ素 (ヨウ素 131 など)、放射性セシウム (セシウム 137 など)、放射性テルル (テルル 132) などの核種が大気中に放出された (事故当初と比べるとかなり減ったが現在も放出されている) が、4 月 12 日の原子力安全・保安院の発表によれば、3 月 11 日から 4 月 5 日までに大気中へ放出された放射能は、原子力安全委員会はヨウ素 131 が 1.5×10^{17} ベクレル、セシウム 137 が 1.2×10^{16} ベクレル、ヨウ素換算で 6.3×10^{17} ベクレル、原子力安全・保安院はヨウ素 131 が 1.3×10^{17} ベクレル、セシウム 137 が 0.6×10^{16} ベクレル、ヨウ素換算で 3.7×10^{17} ベクレルが放出されたとそれぞれ推定している。ヨウ素 131 は原子炉内の約 2~3%、セシウム 137 は原子炉内の約 1~2% が放出されたことになる。

また、4 月 21 日の東京電力の発表によれば、4 月 1 日から 6 日までに 2 号機取水口付近のひび割れ箇所から海洋に放出された高レベル汚染水は約 520 トン、放射能は約 4.7×10^{15} ベクレル、その内訳はヨウ素 131 が 2.8×10^{15} ベクレル、セシウム 137 が 0.94×10^{15} ベクレル、セシウム 134 が 0.94×10^{15} ベクレルであるという。これは大気中に放出された量と比べると、ヨウ素 131 は約 2%、セシウム 137 は約 8~16% に相当する。海洋の汚染は 3 月 21 日に発見されていることから、2 号機取水口付近のひび割れ箇所以外の箇所からも汚染水は放出されていることは間違いないが、2 号機取水口付近のひび

割れ箇所から海洋に放出されていた高レベル汚染水以外の評価は行われていない。

なお、タービン建屋地下に溜まっていた高レベル汚染水の主要な移送先となる集中廃棄物処理施設に貯蔵されていた汚染水 9070 トンと 5 号機、6 号機のサブドレンピットの汚染された地下水 1323 トン、計 1 万 393 トンの海洋放出が 4 月 4 日から 10 日まで行われた。4 月 15 日の東京電力の発表によれば、低レベル汚染水の全放射エネルギー量は約 1.5×10^{11} ベクレルという。

避難と屋内退避

原子力安全委員会は『原子力施設等の防災対策』の中で、「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲 (EPZ)」のめやすを原発については約 8~10 キロメートルとし、これを「あえて技術的に起こり得ないような事態までを仮定し、十分な余裕を持って原子力施設からの距離を定めた」「現実には起こり得ないとされる仮想事故等の際の放出量を相当程度上回る放射性物質の量が放出されても、この範囲の外側では屋内退避や避難等の防護措置は必要がない」と述べている。原発立地県の防災対策も、この原子力安全委員会の見解をもとに作成されている。しかし、避難範囲は福島第一原発の半径 20 キロメートル圏内、屋内退避は同 20~30 キロメートル圏内にまで拡大し、3 月 25 日には枝野官房長官が屋内退避の住民に対して、「積極的な自主的避難」を促した。また、4 月 21 日、半径 20 キロメートル圏内は 22 日午前 0 時をもって「警戒区域」に設定され、原則として立ち入りが禁じられることとなった。さらに 20 キロメートル圏外で年間累積線量が 20 ミリシーベルトを超える地域を「計画的避難区域」(原則として 5 月末までに避難)、放射性核種の大量放出に備えて屋内退避や圏外避難などを準備する地域を「緊急時避難準備区域」といった新しい考え方で導入され、原子力安全委員会、原発立地県の防災対策は完全に崩壊した。

そもそも風向きを無視した同心円で EPZ を考えること事態が現実とかけ離れたものである。停電の最中の避難と屋内退避指示の発出時刻も、3 月 11 日 21 時 23 分 (福島第一原発の半径 3 キロメートル圏内の避難、同 10 キロメートル圏内の屋内退避)、12 日 5 時 44 分 (同半径 10 キロメートル圏内の避難)、同日 18 時 25 分 (同半径 20 キロメートル圏内の避難) と混乱に拍車をかけ、不適切極まりないものであった。また、避難と屋内退避指示発出の根拠を今日に至るも明確に示されていないことも問題である。

なお、3 月 17 日付新聞各紙によれば、福島第一原発周辺から避難指示を受け、避難所に運ばれた患者らのうち 18 人が、搬送中や搬送後に死亡しているという。避難所に医療施設がなかったり、長時間の移動と寒さによる衰弱が影響したとみられている。

避難住民の放射能汚染

二本松市福島県男女共生センターにおいて、双葉厚生病院からの避難者約 60 人を含む 133 人を測定した結果、13000cpm 以上の 23 人の除染が行われた。

バスにより避難した双葉町の住民約 100 人について、100 人のうち 9 人について測定した結果、以下の通りだった。18000cpm 1 人、30000~36000cpm 1 人、40000cpm 1 人、40000cpm 弱 1 人 (1 回目の測定で 100000cpm を超えたが、靴を脱いで測定した結果、40000cpm 弱となった→これは既に土壌が相当に汚染している証拠となる)、ごく小さい

値 5 人。

3 月 12～15 日、大熊町のオフサイトセンターにおいて、スクリーニングを開始。3 月 17 日 7 時 30 分までに 162 人が検査済み。初め除染の基準値を 6000cpm とし、110 人が 6000cpm 未満、41 人が 6000cpm 以上の値を示した。後に基準値を 13000cpm と引き上げた際には、8 人が 13000cpm 未満、3 人が 13000cpm 以上の値を示した。検査を受けた 162 人のうち、5 人が除染措置を施した後、病院へ搬送された。

福島県において、避難した 10 キロメートル圏内の入院患者と病院関係者の避難を実施した。関係者のスクリーニングを行った結果、3 人について除染後も高い数値が検出されたため、第二次被曝医療機関へ搬送した。この搬送に関係した消防職員 60 人のスクリーニングで 3 人について、自然放射線の 2 倍以上程度の放射線が検出されたため、60 人に対し除染を行った。

3 月 13 日以降、避難所の他、保健所など 11 カ所（常設）でスクリーニングを実施。4 月 11 日までに実施した 14 万 5335 人のうち、10 万 cpm 以上が 102 人いたが、脱衣後の再計測では 10 万 cpm 以下であった。

ヨウ素剤投与と配布

3 月 16 日、原子力災害現地対策本部から、「避難区域（半径 20 キロメートル圏内）からの避難時における安定ヨウ素剤投与の指示」を県知事及び市町村（富岡町、双葉町、大熊町、浪江町、川内村、楡葉町、南相馬市、田村市、葛尾村、広野町、いわき市、飯館村）宛に発出した。

なお、ヨウ素剤投与は放射性ヨウ素による甲状腺被ばく線量を低減化する目的で行われるものであるが、その効果は放射性ヨウ素を体内に取り込む直前または直後がよく、放射性ヨウ素を体内に取り込んでから 24 時間を過ぎるとほとんど効果がないとされている。ヨウ素剤投与は時間との勝負であり、放射性ヨウ素に関する事故情報が現地での確に発信されていたか、点検される必要がある。

緊急作業員の被ばく

防災業務関係者のうち、事故現場において緊急作業を実施する者（例えば、当該原子力事業所の放射線業務従事者以外の職員はもとより、国から派遣される専門家、警察関係者、消防関係者、自衛隊員、緊急医療関係者など）が、災害の拡大の防止及び人命救助等緊急かつやむを得ない作業を実施する場合の被ばく線量は従来、全身で 100 ミリシーベルトを上限、眼の水晶体については 300 ミリシーベルト、皮膚については 1 シーベルトを上限としていた。

しかし、3 月 14 日午後、首相官邸の要請を受け入れ、厚労省と経産省が急遽検討に入った。文科省の放射線審議会に諮問し、妥当との答申を受けた。経産省が原子炉等規制法に基づく新たな告示を定め、厚労省は労働安全衛生法の電離放射線障害防止規則を省令で改正した。これにより 15 日、厚労省と経産省は福島第一原発で緊急作業にあたる作業員の被ばく線量の上限値を、現在の 100 ミリシーベルトから 250 ミリシーベルトに引き上げた。1 人当たりができる作業時間を長くすることで作業効率を上げることが狙いだという。しかし、首相官邸の要請によりわずか半日で十分な議論もなく、このような

法改正をしたことは将来に禍根を残すことになるのではないかと。なお、東京電力によれば、福島第一原発の事故で被ばく線量が100ミリシーベルトを超えた作業員は、4月23日現在で累計30人となったという。内訳は東京電力社員27人、協力会社社員3人（関電工2人、その下請会社社員1人）である。

3月24日10時30分から3号機の冷却装置の復旧に向けた作業中、タービン建屋地下1階でケーブル敷設をしていた東京電力の協力会社の作業員3人（20～30代）が被ばくする事件もあった。わずか40～50分ほどの作業で個人線量計は173～180ミリシーベルトだった。3人のうち2人は水深15cmのところ、くるぶしまで浸かっていた。作業用の靴の上部から水が入ったという。水面での線量率は400ミリシーベルト毎時に達しており、ベータ線熱傷の可能性があることから25日に放射線医学総合研究所付属病院に入院、28日午後退院した。2人の作業員の皮膚の被ばく線量は当初2～6シーベルトと報道されていたが、放医研付属病院の医師は上限の1シーベルトを超え、2～3シーベルト未満と推定しているという。また、東京電力は4月27日、福島第一原発内で働いていた50代の女性社員が、国の規制値を超える17.55ミリシーベルトの被ばくをしたと発表した。その後、5月2日までにさらに2人の女性社員が国の規制値を超える被ばくをしていたことも東電は認めている。2人が勤務した免震重要棟の扉が1号機と3号機の水素爆発でゆがみ、放射性物質が入り込みやすくなったためなどと東電は説明している。妊娠の可能性がある女性を緊急作業員にすることはできず、平常時においても「3カ月で5ミリシーベルト」の限度が設けられている。そもそも緊急作業の現場にいたこと自体が問題である。3月末にアラーム付き個人線量計が不足し、作業グループにの代表者が代表して個人線量計を携帯していた事実が明るみに出るなど、東京電力による労働者の被ばく管理のずさんさを物語る事態が続いている。

さらに、報道によれば厚生労働省は4月27日、原発作業員の被ばく線量について、平常時は年間50ミリシーベルトとする限度を撤廃する検討を始めたという。5年間で100ミリシーベルトの上限は維持するという。福島第一原発の事故では、全国各地から作業員が応援派遣されており、現行の上限規定のままでは、他の原発の点検業務に当たる作業員が確保できなくなるという懸念が産業界などから出ていたという。先の緊急時作業における被ばく線量の上限値を100ミリシーベルトから250ミリシーベルトに引き上げたことと同様、政権党によるご都合主義は目に余るのではないかと。

海洋の放射能汚染

周辺海域の放射能汚染は、周辺環境のモニタリングの一環として放水口付近の海水の調査を始めた3月21日採取試料により発見された（22日発表、第1報）。それ以前から汚染は始まっていた可能性がある。当初はヨウ素131、セシウム137、セシウム134以外にもコバルト58、ヨウ素132、セシウム136も検出されていた。3月25日採取試料では上記核種に加え、モリブデン99、テルル132、バリウム140、ランタン140も検出された（26日発表、第6報）。また、周辺海域への漏出量が増えたことに原因すると思うが、放射能濃度は増加する傾向にあった。バリウム140はその後も検出され続けたが、3月30日採取試料（31日発表、第11報）を最後に発表されなくなった。4月4日の第12報では3月31日、4月1日、2日、3日採取試料の調査結果がまとめて発表され、核種は

ヨウ素 131、セシウム 137、セシウム 134 のみが発表された。第 12 報以降はすべてこの 3 核種のみでの発表となった。2 号機タービン建屋地下のたまり水の放射能分析でコバルト 56 をヨウ素 134 と間違えて発表したことなどを契機に原子力安全・保安院から口頭で嚴重注意を受けたことを理由として述べているが、現に検出されている放射性核種の濃度を発表しない東京電力とそのような嚴重注意をした原子力安全・保安院の姿勢は問題がある。

バリウム 140 が検出されたということは、核燃料がバラバラに溶融して燃料中に閉じ込められていた核分裂生成物が冷却水に溶出したことを意味し、さらにバリウムと同じ周期表の 2 族の元素であるストロンチウムの同位体であるストロンチウム 90 の冷却水への溶出と周辺海域への漏出をも意味するからである。3 月 31 日発表の第 11 報と 4 月 4 日発表の第 12 報との間に何があったのか。4 月 1 日に初めてストロンチウム 90 による周辺海域の汚染の可能性と、漏出箇所を早急に見つけ塞ぐよう某 TV 局の番組で筆者は強調したが、これが原因かも知れない（これ以降、原発サイト内の空気中濃度についても 3 核種のみでの発表となる事態が続いている！）。ウランやプルトニウムの冷却水への溶出と周辺海域への漏出の可能性もある。採取した海水から検出されたすべての放射性核種について濃度を公表するよう求めるとともに、ストロンチウム 90、ウラン、プルトニウムの分析もするよう求めたい。

海は広く、漏出した放射性核種は希釈するため影響はない、と無責任にも原子力安全・保安院をはじめ政府関係者は主張し続けてきた。しかし、4 月 4 日には北茨城市の平潟漁協は、1 日に捕獲した小女子から 1 キログラム当たり 4080 ベクレルの放射性ヨウ素が検出されたと発表した。また、翌 5 日には茨城県漁業関係東北関東大震災災害対策本部が、4 日に福島第一原発の南 70 キロメートルで捕獲した小女子から暫定規制値を超える 1 キログラム当たり 526 ベクレルの放射性セシウムが検出されたと発表した。9 日には厚生労働省は、福島第一原発から 35 キロメートル南のいわき市沖で捕獲した小女子から暫定規制値を超える放射性セシウムが検出されたを発表した。

政府関係者の予想（願望？）を裏切り、周辺海域の汚染は徐々に拡大している。海洋の汚染が拡大し魚類などの海洋生物が汚染するには時間がかかるので、放射性セシウムはともかく半減期の短い放射性ヨウ素については大丈夫ではないか、と筆者も考えていた。それだけに 4 日の平潟漁協の発表は驚きであり衝撃であった。これを受けて、厚生労働省は 5 日、これまで決めていなかった魚介類の暫定規制値を、急遽 1 キログラム当たり 2000 ベクレルと決定した。

4 月 2 日、2 号機の取水口付近のピット側面のコンクリート部分の亀裂から炉心を通じた冷却水の一部が流出していることが発見された。放射能濃度が非常に高いために流出が続くと周辺海域の深刻な汚染を引き起こす可能性があったが、4 月 6 日に止水に成功した。当該箇所に漏水防止の補強を施し、凝固剤注入の継続を含めた対策が検討されているという。それにしても東京電力と原子力安全・保安院の対応は遅い。

一方、タービン建屋地下などに溜まっていた高レベル汚染水の主要な移送先となる集中廃棄物処理施設に貯蔵されていた汚染水と 5 号機、6 号機のサブドレンピットの汚染された地下水の海洋放出が 4 日から 10 日まで行われた。苦渋の選択であると東京電力と政府は主張するが、低レベル汚染水と称しているものの、放射性核種の種類も濃度も当

初はいつさい公表されなかった。代わりに東京電力は、低レベル汚染水の海洋放出にともなう影響として、近隣の魚類や海藻などを毎日食べ続ける場合、成人では年間 0.6 ミリシーベルトになるなどと発表していた。4 月 15 日になってようやくヨウ素 131、セシウム 137、セシウム 134 の濃度だけを公表したが、検出されたすべての核種の放射能濃度を公表するよう東京電力に求める。

なお、低レベル汚染水の全放射エネルギーは約 1.5×10^{11} ベクレルであり、低レベル汚染水の海洋放出にともなう影響として、近隣の魚類や海藻などを毎日食べ続ける場合、成人では年間 0.6 ミリシーベルトになるとの保安院の発表が正しいとすれば、4 月 1 日から 6 日までに海洋に放出された高レベル汚染水の放射エネルギー約 4.7×10^{15} ベクレルによる影響は成人で 18.8 シーベルトとなる勘定になる。この点を保安院はどう説明するのか。

原発サイト内の土壌中のプルトニウム

3 月 25 日に 4 箇所採取された土壌と 28 日に採取された 3 箇所の土壌についてプルトニウムの分析が行われた。グラウンド (1、2 号機のスタックから西北西約 500 メートル) と産廃処分場近傍 (同南南西約 500 メートル) でプルトニウムが検出された。その濃度は過去の大気圏内核実験において国内で観測された濃度範囲内にある。しかし、プルトニウム 238 とプルトニウム 239+240 の放射能比から、過去の大気圏内実験に由来するものではなく、今回の事故に由来するものであることを東京電力は認めている。

プルトニウムが遠くまで飛散しているとは考えにくく、原発サイト内に留まっているものと推定されるが、その確認も含めて、東京電力は原発サイト内外の土壌のプルトニウムの監視をする必要がある。

空間線量率の上昇

茨城県、東京都、千葉県の空間線量率は 3 月 15 日早朝までは通常のレベルであった。日本分析センターによれば、15 日早朝に茨城圏内では通常の数倍から数十倍、東京都と千葉県では最高 10 倍ほどに急上昇した。日本分析センターによれば、その原因は北風によりキセノン 133 (半減期 5.25 日)、ヨウ素 132 (同 2.30 時間)、ヨウ素 131 (同 8.02 日) などが移動してきたからである。その後、漸減していたが 21 日早朝に再び空間線量率は急上昇した。これは降雨によって地上に降下したセシウム 134 (同 2.06 年)、ヨウ素 131、セシウム 137 (同 30.17 年) などによる。現在、漸減傾向にあるのはヨウ素 131 が減衰しているからである。損傷箇所から大気中に放出されている放射エネルギーが非常に少なくなっているためか、降雨により空間線量率が急上昇することは今後はないかも知れない。ヨウ素 131 の消滅後はセシウム 134、セシウム 137 による影響がしばらく残り、長期的にはセシウム 137 の影響が残るだろう。東京都と千葉県の現在の空間線量率はほぼ事故前のレベルに戻っている、茨城県では未だに事故前の 5~6 倍も高い地域がある。

野菜、水、土壌の放射能汚染

損傷した箇所から大気中に放出された放射性ヨウ素と放射性セシウムなどの付着した粉塵が空気中を漂い、風により運ばれて降下し、野菜、水、土壌が汚染した。厚生労働省は原子力安全委員会の定めた緊急時における「飲食物摂取制限に関する指標」を暫定

規制値として採用した。暫定規制値をメディアは安全基準と称することが多い。しかし、これは大規模な放射能放出を伴う原発事故時に甲状腺が年 50 ミリシーベルト(放射性ヨウ素に対して)、全身が年 5 ミリシーベルト(放射性セシウムに対して)を超えることのないように日本人の摂取する食品の品目や摂取量を考慮して逆算した数値を丸めたものであり、「がまん基準」と呼ぶべきものである。被ばく線量は低ければ低いほど安全であり安心であるという姿勢を堅持したい。暫定規制値を超えた食品や水は摂取しないことは当然であるが、暫定規制値以下の食品や水であっても可能な限り低い濃度のものを選択したい。また、行政は食品や飲料水の放射能監視体制を強化し、間違っても暫定規制値を超えたものを流通させないように努めなければならない。

ビニールハウスで育てたハウレン草などの野菜に暫定規制値を超えたものが見つかった。これは温度調整のためにビニールをはずしていたからであり、ビニールハウス内で完全に育てた野菜や果実であれば、暫定規制値を超えて汚染するなどということはないはずである。

原乳からも放射性ヨウ素を中心に暫定規制値を超えたものが見つかった。これは放射性ヨウ素が、牧草→乳牛→原乳の汚染によるものである。当然、肉牛も汚染しているはずである。放射性セシウムでも汚染している原乳は廃棄せざるを得ないが、仮に放射性ヨウ素だけが暫定規制値を超えており放射性セシウムが検出限界以下または暫定規制値よりもかなり低い濃度であるならば、生乳として飲用せずにチーズやバターに加工すれば食用可能である。ヨウ素 131 の半減期は 8.02 日と短いからである。約 80 日経てば、ヨウ素 131 の濃度は現在の 1000 分の 1 に減衰する。暫定規制値を超えた原乳をすべて廃棄するのではなく、もっと合理的できめの細かい対応を行政はすべきである。

水道水については 3 月 23 日、東京都は金町浄水場で 22 日に採取した水道水から乳児の暫定規制値を 2 倍以上超える 1 キログラム当たり 210 ベクレルの放射性ヨウ素が検出されたと発表した。乳児の暫定規制値を超える濃度は 23 日に採取した水道水からも検出されたが、24 日採取分以降は暫定規制値をはるかに下回った状態が続いている。おそらく金町浄水場の水道水が乳児の暫定規制値を超えることは今後ないのではないかと。

土壌の汚染は確実に進行している。1986 年 4 月のチェルノブイリ原発事故で大気中に放出された放射性核種のフォールアウトを 33 都道府県が約 3 週間測定している。19 核種の降下量が記録として残っているが、今回の事故ではたとえば東京都や千葉県に限れば、8 核種ほどに留まる。しかし、放射性ヨウ素や放射性セシウムの降下量は、すでに 1986 同年 5 月に約 3 週間かけて測定した降下量の 1000 倍から 10000 倍も大きい。容易ならざる事態が起こってしまったのである。しかも、事故はまだ収束していない。

土壌の汚染は、現在は表層土壌のみである。これ以上の大気中への放出がなければ、放射性ヨウ素の汚染は約 3 カ月後にはほぼなくなり、放射性セシウム(セシウム 134 とセシウム 137)だけが残る。避難先から戻るにしても、家を失った住民の家を建てるにしても、酪農業を再開するにしても、あるいは立入制限地域を決めるにしても、放射性セシウムの濃度が問題になる。どの地域が放射性セシウムでどれだけ汚染しているのか、チェルノブイリ原発事故後にベラルーシやウクライナなどで作成されたような汚染地図に相当するものが必要になるに違いない。

(5月6日記)