

放射能汚染についての環境基準と ハザードマップが必要だ

飯舘村の放射線量調査と放射能汚染の将来予測から

京都大学複合原子力科学研究所 今中 哲二

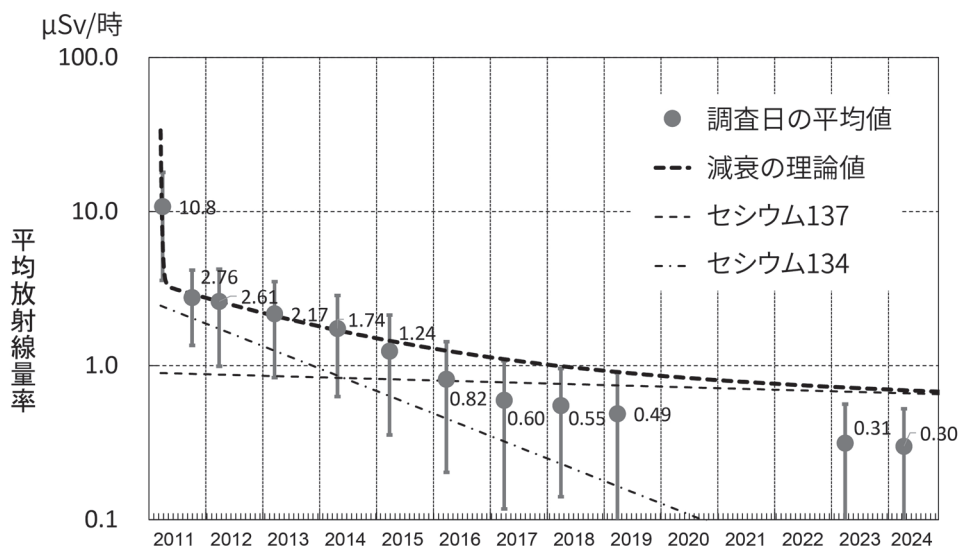
飯舘村の放射線量の推移

飯舘村は福島第1原発から北西30～45kmの阿武隈山地に位置し、面積は230平方kmで山手線内側の約4倍、その約75%が山林である。原発事故前は、約1700戸人口6200人の農業を中心とする村であった。原発事故が始まって村役場の傍に急遽設置された可搬型放射線モニタリングポストの値が上昇を始めたのは3月15日の午後3時頃からで、18時20分に44.7 μ Sv/hという最大値が記録された。この放射性プルーム（雲）は、15日明け方の2号機格納容器破損にともなって大量漏洩が始まったガス状・揮発性の放射能が、折からの北西向きの風により、双葉町、浪江町を通って飯舘

村に達したものであろう。さらにアンラッキーだったのは、放射性プルームと雨や雪が重なり大量の地表沈着を引き起こしたことだった。第1原発から半径20km圏内の住民は1号機水素爆発が起きた3月12日の段階で避難指示が出されたが、飯舘村のような20km圏外の高レベル汚染地域が「概ね1カ月を目途に避難する計画的避難区域」に指定されたのは4月22日だった。飯舘村では7月末までにほぼ全員が避難した。

私たちのグループが最初に飯舘村の放射能汚染調査を行ったのは、2011年3月11日に福島原発事故が始まってから18日後の3月29日だった¹⁾。ワゴン車で飯舘村の主要道路を走りながら要所々々で車を停めて空間放射線量を測定した。村南部の長泥地区

図1 走行サーベイによる飯舘村の放射線量の推移。



縦軸は対数表示（目盛が10倍単位）に注意。2020～2022はコロナのため調査せず。「理論値」とは、初期沈着量の核種比を、セシウム137:セシウム134:ヨウ素131:テルル132=1:1:8:7として、物理的な放射性崩壊のみを考慮したときの減衰曲線。ヨウ素131やテルル132は初めの寄与は大きいが半年後には消滅。

1) 調査報告2011年 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/seminar/No110/iitatereport11-4-4.pdf>

では最大目盛 $20\mu\text{Sv/h}$ のポケット型シンチレーションサーベイメータが振り切れてしまい、念のために持参していた電離箱式線量計の出番となった。最大値は、長泥地区曲田で車を降りてたんぼの中で測った $30\mu\text{Sv/h}$ であった。その場所の土壌をサンプリングして研究室で測定し、汚染核種の組成を割り出して放射能沈着が起きた3月15日夜の放射線量を見積もると約 $200\mu\text{Sv/h}$ となった。

以来、私たちは定期的に飯舘村内の放射線量測定を続けて来た。図1は、2024年4月までの私たちの走行サーベイによる平均放射線量の推移である²⁾。2011年3月29日(130点)の $10.8\mu\text{Sv/h}$ に比べると、昨年4月13日(242点)では $0.30\mu\text{Sv/h}$ と13年間で36分の1に減少した。図1の理論値(破線)は、初期沈着した放射能が移行しないままじっとしているという仮定の基に物理的な減衰だけを考慮したものである。2014年までは測定値と理論値がよく一致していたが、2015年頃から2017年にかけて測定値の方が小さくなっており、当時の大規模除染の効果を反映しているものと考えている。事故前の自然放射線量を $0.05\mu\text{Sv/h}$ とすると2024年の測定値はそ

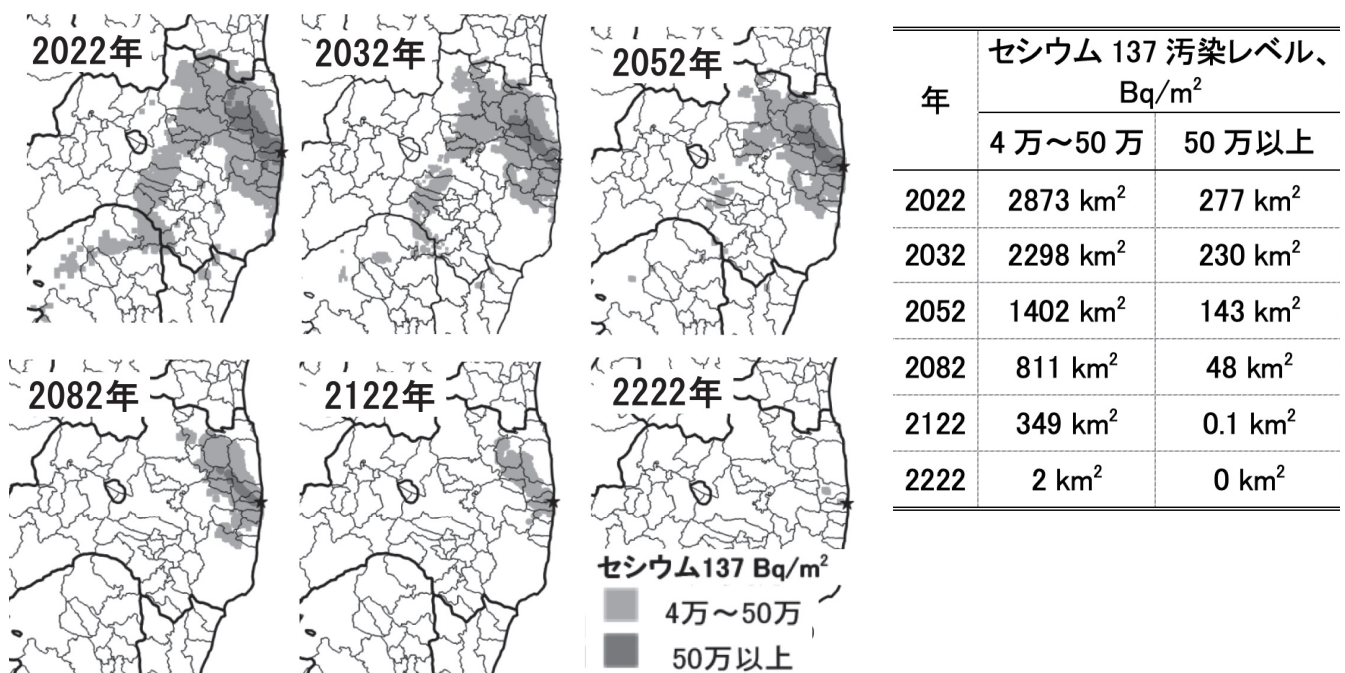
の6倍である。いまの放射能汚染の大部分が半減期30年のセシウム137であることを考えると、まだ100年程度は無視できない汚染が続くことになる。

私たちの調査は除染された道路での放射線量であり、飯舘村の75%を占める山林については道路際20mしか除染されておらず、汚染がほとんどそのまま残されている。原子力規制庁は毎年秋に原発事故による汚染地域の航空機モニタリングを行い約250m幅メッシュでの放射線量と汚染密度を公表している。2022年10月のデータによると、飯舘村の放射線量平均値は $0.83\mu\text{Sv/h}$ と私たちの値の約3倍である³⁾、3623個のメッシュのうち27%が $1\mu\text{Sv/h}$ 以上で、山林に大きな汚染が残っていることを示している。

セシウム137汚染マップと将来予測

2011年3月、福島原発事故が深刻化するなかで、米国NNSA(核安全保障局)の調査チームが3月16日未明に大量の機材とともに軍用輸送機で米軍横田基地に到着した。チームは翌17日から、放射線測定器を搭載したヘリコプターを使って福島第1原発周辺の航空機モニタリング(AMS)を開始した。調査

図2 2022年秋の航空機モニタリングに基づく、現在・将来のセシウム137汚染マップと面積。



2) 調査報告2024年 <https://www.rrl.kyoto-u.ac.jp/NSRG/temp/2024/litate24-4-13.pdf>

3) 第25回環境放射能研究会プロシーディングス https://www.rrl.kyoto-u.ac.jp/NSRG/temp/2024/KEK2024_imanaka.pdf

結果は翌日には日本側に伝えられたそうだが、大混乱の日本政府はその情報を活かすことは出来なかった⁴⁾。NNSAの汚染マップは3月22日に米国DOE（エネルギー省）から公開され、24日の朝日新聞でも報じられている。NNSAチームは5月末まで調査を行い、AMSは文科省・JAEAに引き継がれ、現在は原子力規制庁が定期的に実施している。

規制庁のAMSでは、ヘリコプターに大型のNaI測定器を積んで、汚染地域上空約300mを時速160km程度で直線的に飛行しながら1秒毎にガンマ線スペクトルデータを収集する。飛行する直線の間隔は、汚染レベルによって異なるが、原発から80km圏内では600mから1.8km。上空での測定データを基に地上1m空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）と地表汚染密度（ Bq/m^2 ）を推定し、さらに1辺約250m矩形メッシュの中心点に補間した値が発表されている。

図2は、2022年秋に実施された規制庁AMSデータを基に作成した6つのセシウム137汚染地図で、2022年はデータそのまま、2032年は10年後、2052年は30年後、2082年は60年後、2122年は100年後、2222年は200年後のようすを、半減期30年という物理的減衰のみを考慮して作成した。色分け区分の4万 Bq/m^2 は放射線管理区域設定に関わる表面汚染基準、50万 Bq/m^2 はチェルノブイリ周辺の移住義務基準⁶⁾を参考にした。図2の右の表は、汚染レベルごとの面積の推移である。50万 Bq/m^2 以上の汚染レベルは100年後に、4万 Bq/m^2 以上は200年後にほぼ消滅する。

除染特措法はザル法だった

福島原発事故が発生したとき、放射性物質の取扱いを規制する法律は、原子力施設に関する「原子炉等規制法」と大学などの放射線施設に適用される「放射線障害防止法」（いまは同位元素等規制法）の2つだった。原発事故に関係するのはもちろん原子炉等規制法である。原子力施設周辺で放射能汚染が生じた場合には、一時的な放射線管理区域を設定し、事業者がしかるべく除染した後に管理区域を解除する

というのが普通のやり方である。

飯舘村など年間被曝量が20mSvを超えると予想される地域は2011年4月に計画的避難区域に指定されたものの、原子炉等規制法が敷地外の人々にもたらしてはならないと定めている「公衆の線量限度年間1 mSv」を超える汚染地域は福島市や郡山市など60kmを越えるところまで広がっていた。事故に対して第1に責任をとるべき東京電力に当事者能力はないし、政府としてどう対応するんだろうと思っていたときに出てきたのが、2011年8月末に制定された「放射性物質汚染対処特措法」（除染特措法）である。この特措法のミソは、「事故由来放射性物質」という用語を“発案”し、福島原発事故にともなう放射能汚染を原子炉等規制法の規制から切り離したことである。従来、原子力施設から出る廃棄物は「核燃料物質によって汚染された廃棄物」（核燃等汚染物）であり、放射性廃棄物として扱わなくてよいクリアランスレベルは「100Bq/kg」であった。ところが、除染特措法により、事故由来放射性物質によって汚染されたものについては、「8000Bq/kg」を越えなければ特段の措置は不要な普通の廃棄物となった。

除染特措法に基づき2014年から2016年にかけて大規模除染が実施され、飯舘村では200万個を超えるフレコンバッグが出たそうだが、2017年3月には（帰還困難区域の長泥地区を除いて）飯舘村も避難指示解除となった。以来、約1200人の村民が戻っているそうだが、除染されていない山林には、原子炉等規制法や同位元素等規制法ではあってはならないレベルの放射能汚染がそのままになっている。除染特措法は、除染対象ではない放射能汚染については放ったらかしで構わないというザル法となっている。

放射能汚染の環境基準が必要だ

環境汚染を規制する大本の法律は、1993年に制定された環境基本法である。その第16条は「政府は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保

4) 沢野伸浩 岩波「科学」2017年 <https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/kagaku2017-3.pdf>

5) JAEA モニタリングサイト（沈着量-航空機-2022） <https://emdb.jaea.go.jp/emdb/download/>。

6) チェルノブイリの基準は55万 Bq/m^2 。

護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとする」と定めている。環境基本法に基づいて、環境省に環境中央審議会が設置されており、大気、水質、土壌等に関する分科会が、それぞれについての基準値を設定し、審議会会長が環境大臣に答申するという形になっている。環境省のホームページによると、「環境基準は、『維持されることが望ましい基準』であり、行政上の政策目標である。これは、人の健康等を維持するための最低限度としてではなく、より積極的に維持されることが望ましい目標として、その確保を図っていくとするものである。」（下線今中）。

実は、福島原発事故が起きるまで、環境基本法には放射性物質を対象から除外する条文が含まれていたが、原発事故を受けて2012年6月の国会でその条文は削除された。そして、中央環境審議会は2012年11月、環境大臣に対し「速やかに関連法令の整備改訂を行い、放射性物質の基準又は目安などの設定の考え方などについても個別の検討を進めるべきである」という趣旨の意見具申をしている。

この意見具申に対して環境省は、2015年2月の中央環境審議会で環境省としての見解を報告している⁷⁾。要約すると、原子力施設においては、ICRP（国際放射線防護委員会）の考え方に基づいて、平常時の放射能環境は「正当化、最適化、線量限度の適用」によって管理され、通常ではない事態により環境が汚染された場合には、「参考レベル」によって防護の最適化が図られており、一般環境の状態に関する基準を改めて設定する必要はない、という内容である。中央環境審議会は、放射能汚染の環境基準は必要ない、という環境省の見解をそのまま認めたようだ。

線量限度とは、一般公衆に対して「許される最大限」であり「望ましい目標」ではない。「参考レベル」は、汚染が起きた場合に「そこまでの被曝は我慢せよ」と行政が決めている値であり、こちらも「望ましい目標」ではない。中央環境審議会は、環境基本法の精神に戻って福島の放射能汚染について「望ましい

目標」として環境目標値を設定すべきである。

放射能汚染の環境目標値

化学物質についての環境基準の決め方を簡単に説明しておこう⁸⁾。まず、対象となる汚染物質の影響に対して、文献データを基に（それ以下なら影響なしといえる）“閾値”があるかないかを検討する。閾値があると判定される影響については、“無毒性量”を決め、通常その100分の1のレベルをもって基準値とする。一方、閾値がない影響については、用量・反応モデルにあてはめて、生涯死亡リスクが 10^{-5} （10万分の1）になる暴露レベルを“実質安全量”とみなして基準値とする。

発がん性が明らかな場合は閾値がないものとして扱われ、放射線・放射性物質はその分類に入る。ICRP1990年勧告の付属文書では、年1 mSvの被曝が続いたときの生涯ガン死リスクは 4×10^{-3} と見積もられている。従って、生涯リスク 10^{-5} に対応する被曝レベルは、その400分の1の年 $2.5 \mu\text{Sv}$ となり、自然放射線にするとわずか数日分の被曝量となる。

自然放射線は避けられないこと、その強さが場所によって違っていることなどを考えると、 10^{-5} というリスクに固執する必要はないだろう。ここで参考になるのは、米国環境庁（USEPA）がハンフォード核施設などの除染に適用している規制値の年0.15 mSvである⁹⁾。USEPAによると、このレベルの被曝にともなう生涯リスクは約 3×10^{-4} とされている。

私としては、日本の自然放射線被曝の振れ幅である年0.1 mSv（土壌のセシウム137表面汚染にして5万Bq/m²相当）が放射能汚染に関する環境目標値として適切だろうと思っている。政府や自治体は、航空機モニタリングデータなどを使って、環境目標値（年0.1 mSv）や線量限度（年1 mSv）を越える汚染地域を色分けで示すハザードマップを定期的に作成し、汚染地域に暮らす人々が余計な被曝を避けるための情報を提供すべきである。

7) 中央環境審議会資料 2015 https://www.env.go.jp/council/01chuo/y010-22/mat03_3.pdf

8) 今中 岩波「科学」2021年 https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/temp/2021/Kagaku_202106_Imanaka.pdf

9) USEPA 1997 <https://semspub.epa.gov/work/HQ/176331.pdf>