

# 原発被災した里山地域の住民帰還に向けた自然環境 の課題

Environmental Issues towards the Return of People to the Evacuated Satoyama Area Damaged by Atomic Disaster

小林達明\*

Tatsuaki KOBAYASHI\*

## 1. ICRP 放射線防護体系の考え方

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故では、大量の放射性物質が放出され、平成 26 年 11 月末現在、福島県内外で 12 万 2 千人が未だ避難状態にある。「除染」をはじめとした取組みが行われているが、避難解除後も帰還する住民の割合は必ずしも高くない現実がある。

被災地の中心は阿武隈山地の中山間地であり、事故が起きるまで、人々は自然の恵みを享受した暮らしを送ってきた。事故によって、人々の健康が脅かされ、農林業を中心とした産業が損なわれ、山菜やキノコ、燃料、肥料といったいわゆる生態系サービスが失われ、避難によって、共同体とその文化は存続が危ぶまれる状態に陥っている。避難や「除染」をはじめとした対策の意味について検証されなくてはならないだろう。

除染をはじめとしたわが国の原子力災害対策は、国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP) の勧告を基礎にしている。とくに、2007 年の Pub.103 が放射線防護に関する最新の勧告として重要である<sup>4)</sup>。ここでは、放射線による確率的影響のリスクを定量化し、正当化、防護の最適化、及び個人の線量制限の 3 原則を持つ従来の線量制限体系を引き継ぐとともに、放射線被ばく状況の特性に基づいたアプローチを新たに整理している<sup>4)</sup>。

放射線の健康影響に対する理解を難しくしている根本原因は、それに確定的影響と確率的影響があることである。放射線が生物に及ぼす効果には、脱毛や白内障等、どの個体も一様に起き、一定の閾値がある確定的影響と、ガンや突然変異等、集団や細胞群の一部で起き、その発生に特定の閾値を持たない確率的影響がある。放射線防護の目標は、確定的影響を完全に防止し、確率的影響の発生を容認できるレベルに制限することとされている。

がんの確率的影響は、年齢と性の異なるデータが揃った広島・長崎の原爆調査に基づき評価されており、統計的に有意ながん増加は約 100mSv 以下で認められていない。2007 年勧告では、がんリスクを調整しているが、

結論としては、100mSv 以下の放射線線量被ばくにおけるがんおよび遺伝性疾患の発生確率は、等価線量に比例するという仮定が科学的に見て妥当としている<sup>4)</sup>。このことから、どんなに小さくても一定のリスクを仮定することを求めている。

このことが、次の 3 つの基本原則を持つ防護体系につながっている。

- ① 正当化の原則:放射線被ばくを伴ういかなる行為も、その行為によって、被ばくする個人または社会に対して、それが引き起こす放射線損害を相殺するのに十分な便益を生むものでなければ、採用するべきでない。
- ② 防護の最適化の原則:被ばくする可能性、被ばくする人の数、及びその人たちの個人線量の大きさは、すべて、経済的及び社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保たれるべきである。
- ③ 線量限度の適用の原則:計画被ばく状況で、超えるべきでない線量。

2007 年勧告で新たに採用された放射線被ばくの状況とは次の 3 つである<sup>4)</sup>。

- ① 計画被ばく状況:社会的利益を得る目的で、意図的・計画的に導入した線源がもたらす被ばくの状況
- ② 緊急時被ばく状況:事故による線源の制御の喪失や悪意による環境への汚染がもたらす被ばくで緊急の対策を必要とする状況
- ③ 現存被ばく状況:緊急事態のあとの長期被ばくなど、すでに存在している線源がもたらす被ばくで管理についての決定をしなければならない状況

計画被ばく状況では、線源が制御されており、被ばくを計画的に制御できるのに対し、緊急時被ばく状況では、線源も被ばくも制御困難である。現存被ばく状況では、新たな線源の発生はなくなっているが、被ばくを制御することは一般に難しい。したがって、緊急時または現存被ばく状況では、線量限度を適用しても現実に実現できるとは限らない。そこで、これを上回る被ばくをもたら

\*千葉大学大学院園芸学研究所

\*Faculty of Horticulture, Chiba University

す計画は不適切と判断され、それ以下では防護の最適化をはかるべきレベルの線量として「参考レベル」という概念が新たに示された<sup>4)</sup>。

線量限度または参考レベルとして用いられる実効線量値、年間 20mSv と 1mSv は ICRP 1990 年勧告によって提案された数値である<sup>3)</sup>。職業被ばくの線量限度はそれまで年間 50mSv (=生涯線量 2.4Sv) だったが、このレベルでは 18 歳における平均余命が 1.1 年損失し、作業者の晩年の死亡原因となる確率が 8%を超えることが明らかになって線量限度が下げられた<sup>3)</sup>。その結果、全就業期間中に受ける総実効線量が約 1Sv を超えないように、5 年間の平均値が年当たり 20mSv という実効線量限度が勧告された<sup>3)</sup>。

一方、一般公衆に対する年間 1mSv という値は、以上のようなリスク管理の観点から導きだされた値ではない。リスク評価のデータからは、たとえ年間 5mSv の継続的被ばくによっても、モデルによって得られる年齢別死亡率の変化はいずれの年齢層においても非常に小さく、それ以下であれば問題ないとされている<sup>3)</sup>。自然放射線源からの年実効線量は約 1mSv であり、標高の高い場所等では少なくともこの 2 倍ある。これらすべてを考慮して、計画被ばく状況における一般公衆の年実効線量限度として 1mSv という値が示された<sup>3)</sup>。

## 2. 緊急時被ばく・現存被ばく状況の放射線防護

過去の ICRP 勧告は、放射線源を管理し、線量を制御できる管理区域の存在を前提にしたものだった。しかし 1986 年のチェルノブイリ原子力発電所事故によって放出された大量の放射性物質はヨーロッパに広汎な環境汚染をもたらしたために、管理区域外の環境放射線への対応が迫られた。Pub.109「緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用」(ICRP, 2009) と Pub.111「原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用」(ICRP, 2010) は、2007 年勧告の適用に関する指導文書だが、ここでは明確に原子力発電所の過酷事故にともなう災害が意識されている。その要点は以下の通りである。

緊急時には、健康影響の防護対策が第一義となる。確定的傷害の発生を回避するために、あらゆる実行可能な努力を払う必要があるとともに、確率的リスクをもたらす被ばくに対しては、全体として最適な防護措置が取られる必要がある。緊急時被ばく状況への対応計画の参考レベルを実効線量年間 20 ~100 mSv の間に設定すべきである<sup>5)</sup>。

現存被ばく状況では、被ばくレベルは個人の行動によって左右されるので、線源対策で被ばくを制御するのは難しく、住民が自分のための防護対策を決定し、最適化する必要がある。地域の復興に向けて、健康以外にも、社会、経済、文化など他の要素も総合的に検討が必要と

なる。これらのことから、意思決定の透明性と情報公開の必要性が増し、地域住民を含むステークホルダーの関与は、防護の最適化に最も重要としている<sup>6)</sup>。防護の最適化のための参考レベルは、年間 1~20 mSv の線量域の下方部分から選択すべきだが、状況を徐々に改善するために中間的な参考レベルを採用してもよいとしている<sup>6)</sup>。

一方、福島でとられてきた除染対策は、「除染に関する緊急実施基本方針」と「市町村による除染実施ガイドライン」(原子力災害対策本部, 2011) を指針として計画されてきた。それらの文書で、除染実施の暫定目標は、「緊急時被ばく状況(追加被ばく線量が年間 20mSv 以上)にある地域を段階的かつ迅速に縮小する」と「長期的な目標として、現存被ばく状況(年間 20mSv 以下の地域)にある地域においては追加被ばく線量が年間 1mSv 以下となることを目標とする」とされた。この定義による緊急時被ばく状況にある地域が計画的避難区域に設定された。

引き続き策定された「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法基本方針」(以下、特措法基本方針)は、上記の考えを引き継ぐとともに、除染等措置の基本的な考え方が定められ、人の健康の保護の観点から必要である地域について優先的に特別地域内除染実施計画又は除染実施計画を策定すること、農用地については農業生産を再開できる条件を回復させること、森林については、住居等近隣における措置を最優先に行うことが定められ、これ以降、森林については林縁 20m に限った除染対策が行われることになった。

国・市町村による除染計画と ICRP 勧告の対応状況をチェックすると、次のような課題が浮かび上がる。

放射線防護体系の適用に関する観点からは、除染計画に共通してみられる「追加被ばく線量を当面、半減させる努力をし、最終的には・・・年間 1mSv 以下まで減少させる」という文言がある。これは参考レベルであるべきだが、この表現では、「年間 1mSv 以下」は線量限度表示と読めるが、現存被ばく状況で人が地域に居住し生活する中で、そのような低線量管理ができるか大いに疑問がある。

追加被ばく線量という概念も、管理区域内に限られた被ばくを測定評価する考え方で、環境全体に線源があり、自然放射線と人工放射線を区別できない現存被ばく状況では不適切ではないか。実用線量がより応用しやすくわかりやすい。なお、等価線量、実効線量、実用線量、追加線量はそれぞれ意味が異なり、実効線量は、各組織の等価線量を組織荷重係数で重み付けして人体あたりに合計したものを示し、実用線量はサーベイメーターを用いた空間線量の実測値を、追加線量は実用線量から自然放射線量を差し引いた値を示す。

従来の除染計画はトップダウンで作成されており、住民をはじめとしたステークホルダーの参加は希薄だった。防護戦略の履行に関する観点から、Pub.111 に次の文言がある。「住民によって履行される典型的な対策は、住民自身の放射線状況、特に外部被ばくと内部被ばくの特徴把握を目的としたものである。これらは主として、住民が直接係わる環境からの放射線被ばくの特徴（居住場所の周辺線量率および食品の汚染）のモニタリング、自分の外部被ばくと内部被ばくのモニタリング、および自分が責任を負う人々（例えば、小児や高齢者）の被ばくのモニタリング、並びに被ばくを低減するために自分の生活様式を状況に応じて適応させることから構成されている。当局は、被災した住民の代表者と関係する専門家（例えば、保健、放射線防護、農業当局など）が参加する地域フォーラムの設置を推進すべきである」<sup>6)</sup>。

地域の詳細な情報の開示は、住民の自助努力による防護対策のためには欠かせない。除染事業の中で、公共施設や住居周辺の放射線量情報は蓄積されているが、農地では必ずしもそうでない。除染対象でなく線量の高い森林にいたっては従来測定の対象になっておらず、線量は高いまま維持されており、かつその実態は把握されていない（図-1）。このように、除染後の地域生活圏の放射線環境はモザイク状であり、放射線防護を考えた生活パターンの検討のためには、その実情がわかるマップが望まれている。効率よいマップの作成のために、飛行高度の制限がない無人小型航空機（UAV）を用いた低空モニタリングの手法開発が取り組まれている<sup>7)</sup>。

### 3. 帰還後の生活をいかに設計するか

現存被ばく状況では、参考レベル（例えば年間 1mSv）

を目安にして生活を設計することになる。ここには、外部被ばくによる線量だけでなく、内部被ばくからの線量が含まれなくてはならない。しかしながら、わが国のこれまでの対策は、自然環境との共生を前提とした暮らしを配慮しているとはいいいがたい。現状の政府の考え方に従うならば、計画的避難区域が解除になったとしても、本来の里山の暮らしとは異なる不自由な生活が強いられてしまう。

食品については、食品衛生法による基準値が定められている。しかし、自家消費用の作物や山菜には、流通過程におけるチェックが入らないため、別の考え方が必要と考えられる。チェルノブイリ事故後定められたベラルーシとロシアとウクライナの食品基準は、食品の種類によって基準値が異なっている<sup>2)</sup>。日頃欠かさず摂取する水やパンの基準はもっとも厳しく、乳児の食品基準値も低い。一方、摂取量は少ないが、住民の大きな楽しみになっている山菜類の基準値は高く設定されている。また、基準値は国によって異なっており、それは国特有の生活習慣の違いによっているという。わが国の食品基準値は、都市の消費者を主な対象として設定されているように思えるが、里山域に帰還する住民のためには、これらの国々のような、柔軟だが、全体として参考レベルをクリアするような基準値が定められるべきではないだろうか。

自家燃料用の薪にも、同様の問題がある。現在の指標値は指定廃棄物の基準から逆算して決められた 40Bq/kg であり、計画的避難区域と限らず、福島県の広い区域でクリアできない。より現実に適合し、使用する住民の健康に配慮した数値を指標にすべきではないか。

それらの算出のためには、自然資源の汚染状況の把握が必要になる。福島県および近隣の県では、きのこや山

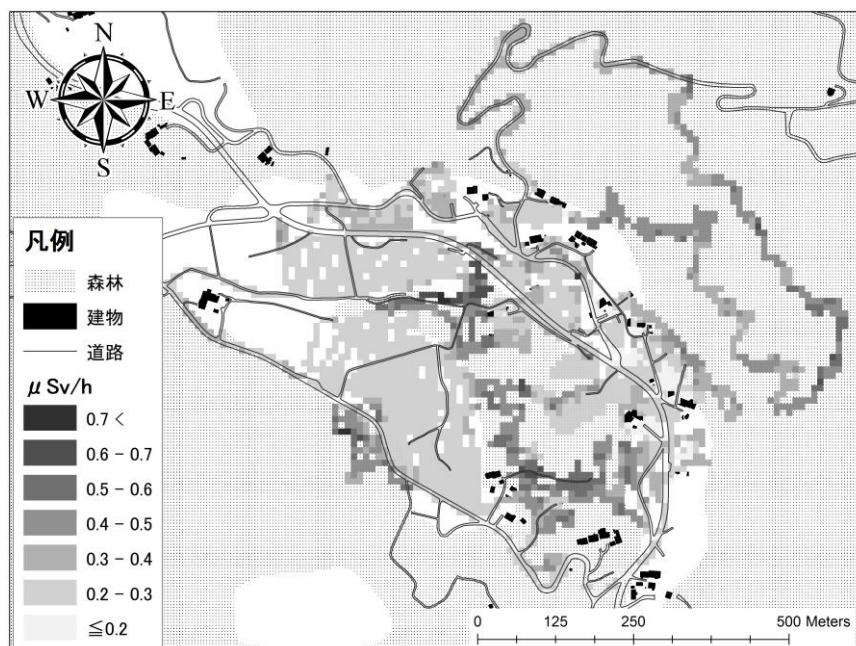


図-1 福島県広野町北大迫地区における除染実施後の地域の空間線量分布の状況（濱ら、未発表）。住宅地や農地の空間線量は著しく低下するものの、森林の線量は変わらないため、地域の汚染状況が著しくまだらになる。

菜等のモニタリングが行われているが、具体的な採取場所や採取地の放射能・空間線量などの情報は把握されていない。それらを把握して、汚染特性を理解するとともに、将来動向の予測が望まれる。現存被ばく状況における防護の最適化とは、生活設計にほかならないから、現状の把握だけでなく、将来予測も欠くことができない情報と言えらる。

そもそも、計画的避難区域のほとんどの除染計画では、住居等および農用地の除染の量的な目標値は年間積算線量 20mSv とだけ記されているため、参考レベルを「年間 1~20mSv の線量域の下方部分」に設定できない避難解除区域が多く出現するであろう。ベラルーシでは、年間追加被ばく線量が 1~5mSv の区域では、移住を希望する住民に対して、移住先住居の提供や資金供与などの支援がなされるという。何ら正当化されない被ばくを強いられた当該住民に対しては、現存被ばく状況にあっても、生活環境改善や移住などの支援が継続的に必要ではないか。

これまで、政府による放置方針がとられている森林の対策についてもあらためて訴えたい。2012年に政府環境回復検討会でまとめられた「今後の森林除染の在り方に関する当面の整理について」では、森林を、住居等近隣の森林エリア A、利用者や作業者が日常的に立ち入る森林エリア B、エリア A・B 以外の森林であるエリア C の 3 つに分類しているが、これまでの環境省による除染事業の中では、「住居等近隣の林縁から 20m を目安に落葉落枝の除去を進める」とされたエリア A の部分のみ対策が行われてきた<sup>10)</sup>。

「ほだ場やキャンプ場等の人が日常的に利用する場所について、利用の目的や利用の頻度などの活動形態や空間線量率の高低等を踏まえつつ、除染の具体的な進め方を検討する」とされたエリア B、「今後、調査・研究を進め、その結果を踏まえた上で判断することが適当」とされたエリア C は、これまで後回しにされている。

この文書では、外部被ばくしか考慮されていないが、阿武隈では、里山の有機物を農地に供給することによって、農地が維持されてきたという伝統があり、内部被ばくについての配慮も必要である。除染によって、農地の有機物は除去されるため、その補給源としての里山の役割は、以前より増して重要となる。山菜や木質資源の供給源であることは言うまでもない。これらは外部経済機能であり、都市的考え方からは評価されにくい、阿武隈の生活ではきわめて重要なのである。

専門的議論を展開する紙数はないので、別稿<sup>7,8,9)</sup>に譲るが、上記エリア B の概念を広く里山には適用して、今後、積極的な森林対策が行われることが望まれる。

このほかにも、増加した野生動物の問題、復帰人口の減少による社会の空洞化の問題、農産物等の風評被害の問題など、避難解除後の重い問題が山積している。そこから反転攻勢し、地域を活気づけて復興を進め、将来的

には持続的な里山の生活を取り戻すプロセスの計画が必要とされよう。そのためには、地域のポテンシャルを最大限に生かし、問題を効果的に解決する戦略が必要であり、ランドスケープの思考と技術が生きる場面が多々あると思われる。より多くの造園関係者のこの問題への参画が望まれる。

## 参考文献

- 1) 早崎有香・濱侃・田中圭・近藤昭彦 (2014) : ラジコン電動マルチコプターによる空間線量率の三次元計測 : 2014 年日本地理学会秋季学術大会要旨
- 2) IAEA (2006) : Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation : Twenty Years of Experience / Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment', Vienna : IAEA, 165pp. (邦訳は、<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/3-250325.pdf> 参照)
- 3) ICRP (1991): 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60: Ann. ICRP 21(1-3).
- 4) ICRP (2007): The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103: Ann. ICRP 37(2-4).
- 5) ICRP (2009): Application of the Commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. ICRP Publication 109: Ann. ICRP 39(1).
- 6) ICRP (2009): Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or a radiation emergency. ICRP Publication 111: Ann. ICRP 39 (3).
- 7) 小林達明 (2015) : 里山再生に向けた放射性物質汚染の把握と対策の課題 : グリーンエージ 42(1), 16-19.
- 8) 小林達明・山本理恵 (2012) : 里山ランドスケープの放射性物質汚染に関する問題と今後の展望 : 日本緑化工学会誌 38, 265-273.
- 9) 山本理恵・小林達明・江幡知紗・篠崎敬太・小嶋大地・太田祥子・宮本ウルルマ・高橋輝昌・鈴木弘行・関崎益夫・星澤保弘・小竹守敏彦・保高徹生・辻英樹 (2014) : 原発事故被災地の丘陵地広葉樹斜面林における林床放射能低減試験とその後の水土流出 : 日本緑化工学会誌 40, 130-135.
- 10) 林野庁 (2014) : 森林・木材と放射性物質-福島森林・林業再生に向けて (ICRP 文書の邦訳版は次のホームページを参照のこと <http://www.jrias.or.jp/books/cat/sub1-01/101-14.html>)