

森林における放射性物質対策の方向性について（案）

平成 27 年 12 月 21 日

1. はじめに

森林除染については、平成 24 年 9 月に「今後の森林除染の在り方に関する当面の整理について」（以下「当面の整理」という。）を取りまとめ、3つのエリアごとに対策の方向性を提示し、課題への対応等を行ってきた。

（エリアの区分）

エリア A：住居等近隣の森林

エリア B：利用者や作業者が日常的に立ち入る森林

エリア C：エリア A,B 以外の森林

また、平成 25 年 8 月には「森林における今後の方向性」を整理し、「当面の整理」に基づき除染を実施してきたエリア A 及びエリア B について、さらに実施すべき除染等の措置を位置づけ、生活圏の空間線量低減のための除染を実施してきている。

一方、エリア C の除染については、「当面の整理」において、知見が十分でないため、さらに調査を実施し、その上で判断することが適当とされ、「森林における今後の方向性」に基づき、放射性物質の流出・拡散等の更なる知見の集積に資するよう、環境省と林野庁が連携し、実態把握等の取組や実証事業を進めている。

平成 27 年 6 月に閣議決定された「原子力災害からの福島復興の加速に向けて」改訂において、「森林については、森林内の放射性物質の大半が土壌表層に滞留していることを踏まえ、間伐等の森林整備と土砂流出抑制等の放射性物質対策の一体的かつ長期継続的な推進により、地表面の土壌の移動や流出を防止し、生活圏への放射性物質の移動を抑制する。」とされているところであり、これまでに得られた知見等を踏まえ、森林における放射性物質対策の進め方について、今後の方向性を整理した。

2. 森林における放射性物質対策についてこれまでに得られた知見

平成 25 年 8 月に示された「森林における今後の方向性」においては、エリア C の森林について、環境省は、住民の安全・安心の確保のため、森林から生活圏への放射性物質の流出・拡散の実態把握と流出・拡散防止対策を推進することとした。

また、林野庁は、生活圏より奥地の森林について、間伐等は、下層植生の繁茂や樹木根系の土壌保持力の向上を促し表土の流出を抑制することから、放射性物質対策としても有効であり、さらに地域における雇用の創出にもつながることから、林業の再生に向けた実証事業と森林整備を推進することとした。

この方向性に基づき環境省及び林野庁が実施している実証事業で得られた知見をはじめ、森林における放射性物質対策についてこれまでに得られた知見を以下に整理した。

(1) 森林における放射性物質の分布等

森林における放射性物質の分布等については、平成 23 年度から実施している林野庁のモニタリングにおいて、以下の知見が確認されている。

- ・ 平成 26 年の森林内の空間線量率は、主に物理学的減衰により、平成 23 年に比べて 58%~67%に低下している。
- ・ 事故当初樹木の葉、枝等に付着した放射性物質は、時間の経過とともに林床の落葉層や土壌に移行し、現状では 8 割程度が土壌表層部に滞留しており、鉱質土壌によって強く保持されている。
- ・ 立木の葉、枝の放射性物質濃度は、平成 23 年以降低下傾向にある。また、樹木内部の心材・辺材の放射性物質濃度は、葉、枝と比べて低く、平成 26 年度までの調査では大幅な濃度変化が見られない。一方、樹皮については、ばらつきが大きく、立木の葉、枝より濃度は高いものもある。

(2) 堆積有機物の除去の影響

「当面の整理」においては、森林の放射線量低減の観点からは、落葉落枝の除去が効果的であるが、広範囲にわたって落葉落枝の除去を行うことは、土壌流出や地力低下による樹木への悪影響が懸念されることが示された。その後環境省の実証事業等で得られた以下の知見においても、広範囲にわたる森林の堆積有機物の除去は、土砂等の流出を促進させることが確認されるとともに、エリア C に相当する森林の堆積有機物除去は、一般的には居住地等周辺の空間線量率の低減にほとんど効果がないと考えられる。

- ・ 平成 25 年度の環境省の実証事業において、三方を森林で囲まれている住居において堆積有機物の除去を行った結果、林縁から 5m までの堆積有機物の除去及び林縁から 5m までの堆積有機物残さの除去が林縁の空間線量の低減に効果的であること、林縁から 20~40m の堆積有機物除去を実施しても、谷間にある線量が高い居住地を取り囲む森林等の場合を除き、林縁の空間線量率の低減にはほとんど効果がないことが確認された。
- ・ 平成 27 年度の環境省の実証事業において、堆積有機物の除去を実施した区画と、実施していない区画の土砂等の流出量をそれぞれ測定した結果、堆積有機物の除去を実施した区画は、実施していない区画と比較して、土砂等の流出量が約 3 倍程度大きくなった。
- ・ 平成 27 年度の福島県の調査において、林床被覆率と土砂移動量に高い相関が見られ、林床被覆率が 80%を下回ると土砂移動量が上昇する傾向が見られた。

(3) 森林から生活圏への放射性物質の飛散

森林から生活圏への放射性物質の飛散については、環境省の実証事業等で得られた以下の知見において、住居等の空間線量率に影響を与えるような、森林からの放射性セシウムの飛散は確認されていない。

- ・ 大気浮遊じん中の放射性セシウムは空間線量率に影響を与えるようなものではなく、平成 27 年度の環境省の実証事業で観測された放射性セシウム濃度から推計した空間線量率への影響は 10 マイナス 7 乗(1000 万分の 1) $\mu\text{Sv/h}$ 程度であった。また、観測された濃度から推計した内部被ばく線量は、自然放射線（ラドン等の吸入）による内部被ばく線量の数 10 万分の 1 程度であった。
- ・ 平成 27 年の国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）の報告において、比較的小規模な森林の近傍で空間線量率と気象条件の相関を観測した結果、強風等に起因する急激な空間線量率の上昇は認められていない。

(4) 森林から生活圏への放射性物質の流出

森林から生活圏への放射性物質の流出について、環境省の実証事業で得られた以下の知見において、住居等の空間線量率への明確な影響は確認されていない。ただし、降水量が多い場合にはエリア C からの土壌等の流出量が増加することが確認され、特に勾配の急な地点では木柵工等の対策工の実施が放射性セシウムの流出防止に有効である可能性が示唆されている。また、森林近隣の住居等周辺において、除染後数年経過した後空間線量率が上昇する場所が一部見られ、その原因の一つとして、森林の下層植生の状況、斜面の傾斜等によっては、土壌に付着した放射性物質の一部が居住地等周辺の空間線量率の上昇に影響を与える場合があることも指摘されている。

なお、森林の表層土壌の流出については、これまでに様々な研究機関により調査・研究が行われてきており、下層植生や落葉等が雨滴等による地表面の侵食を防いでいること、間伐等が下層植生の繁茂を促すとともに根系の土壌保持力を高め、表層土壌の流出を抑制することが知られている。

- ・ 平成 27 年度の環境省の実証事業により得られている結果から、林縁から 20m 以遠の下層植生が衰退している森林からの住居等の空間線量率に大きな影響を与えるような放射性セシウムの流出は、現時点では確認されていない。また、林縁から 20m へ木柵工を実施することが、住居等の空間線量率に影響を与えるとの知見は、現時点では得られていない。一方で、降水量が多い月は、土壌等及び放射性物質の集積量が増える傾向にあった。また、勾配が最も急な地点では、豪雨時に対策工の下部で補足された放射性セシウムの集積量が、対策工がない場合と比べて少なかった。
- ・ 平成 24 年度から 26 年度の林野庁の事業により得られている結果から、落葉等を除去せず間伐のみを実施した森林では、土壌の移動量は対照区と同程度であった。

- ・ 国立研究開発法人国立環境研究所及び JAEA の調査によると、森林土壌から 1 年間に流出する放射性セシウム 137 の流出率は、流域の土壌への沈着量の 0.02～0.26%程度であった。
- ・ 福島県が川内村において実施した、森林除染後の空間線量率の継続調査の結果、除染を実施した 2 年後の計測値より 3 年後の計測値の方が空間線量率が高くなる場所が、5 カ所のうち 2 カ所の除染後の森林、林縁付近、住居周辺等に一部見られた。
- ・ 平成 27 年の福島県の調査によると、間伐実施直後、一時的に土壌の流出が増加することがあるが、丸太柵等を施工することにより、土壌流出の抑制効果があった。

(5) 林業再生に向けた取組と成果

放射性物質が立木に多く付着していた事故当初は、間伐等による空間線量率の低減効果が確認されていたが、放射性物質の大半が土壌に移動している現時点においては、ほとんど期待できないと考えられる。一方、間伐は、林内の下層植生を繁茂させるとともに樹木の根系の発達を促進することから、放射性物質が付着した土壌の流出を抑制する上では効果的である。また、これまでのモニタリング結果を踏まえれば、空間線量率が低下した、間伐等林業再生の取組が可能な森林が増加している。これらを踏まえ、林野庁においては、林業再生に向けた取組を進めており、現時点で以下のような成果が得られている。

- ・ 公的主体による間伐等の森林整備と放射性物質に対処するための対策（空間線量率等の調査、枝葉処理、丸太柵工等による拡散抑制対策等）を一体的に行う取組については、平成 27 年 11 月末現在、福島県内 37 市町村で実施しており、812ha の間伐及び 70km の作業道作設が行われた。これにより、表土の流出抑制が図られていることを実証中である。
- ・ 避難指示解除準備区域等における林業再生に向けた実証事業については、平成 27 年 11 月末現在、5 市村で実施しており、24ha の間伐等の実施、放射性物質濃度の測定、キャビン付林業機械の活用による作業員の被ばく低減効果等の調査が行われた。これにより、間伐材等に含まれる放射性物質は人の健康にほとんど影響がないレベルであること、キャビン付き機械の活用により、作業員の被ばくが 2～4 割程度低減することなどが確認された。
- ・ 平成 24 年度から 26 年度の林野庁の事業により得られている結果から、落葉等を除去せず間伐のみを実施した森林では、土壌の移動量は対照区と同程度であった。
- ・ 平成 24 年度及び 25 年度の福島県の調査により、間伐施業の実施の有無によって、3 カ月後の林床の下層植生に大きな差が確認されており、間伐施業完了後においては、林床に植生が回復したことが確認されており、土砂の移動を抑制することが示唆された。

3. 森林における放射性物質対策の進め方（案）

（1）エリア A、B

エリア A については、これまで森林周辺の居住者の生活環境における放射線量を低減する観点から、林縁から約 20m までの範囲において、落葉等の堆積有機物の除去を、5m ごとを目安に、段階的に実施する試験施工を行い、生活環境における放射線量の低減状況を確認することで除染の範囲を決定し、落葉等の堆積有機物の除去を実施している。また、必要に応じて、林縁の立木の枝葉の除去や、林縁から 5m の堆積有機物残さ除去を行うとともに、谷間にある線量が高い居住地を取り囲む森林等については、効果的な個別対応を例外的に 20m よりも広げて実施することを可能としている。

エリア B については、日常的に人が立ち入る場の利用の実態を把握し、これに応じて、効果的・合理的な除染方法及び除染の範囲・対象を適切に検討した上で、除草、堆積有機物の除去等を実施してきている。

エリア A 及びエリア B について、生活圏の空間線量低減のために実施してきた除染の内容については、現時点における知見を踏まえても適切なものであり、引き続き必要な除染を進めていくことが適当である。（環境省等）

（2）エリア C

エリア C については、広大な森林であり、残存している放射性物質が流出・飛散し、生活圏が再度汚染されることを懸念する声があることを踏まえ、森林から生活圏への放射性物質の流出・飛散に関する調査結果等から得られた知見に基づき、住民の安全安心を確保するために必要な流出・拡散防止対策を進めることが重要である。

エリア C における堆積有機物の除去については、エリア C に相当する森林の堆積有機物除去は、一般的には林縁の空間線量率の低減にほとんど効果がないと考えられること、また広範囲にわたって森林の堆積有機物を除去すれば、土壌流出や地力低下による樹木への悪影響が懸念されることから、現状においては、基本的には実施しないことが適当と考えられる。

エリア C の森林からの放射性セシウムの飛散については、生活圏の空間線量率に影響を与えるような森林からの放射性セシウムの飛散は確認されていないことから、現時点において、森林からの飛散による生活圏への影響を防止するための特段の対応は行わず、必要に応じてモニタリングを継続することが適当と考えられる。（環境省）

エリア C の森林からの土壌等の流出については、部分的に下層植生が衰退している箇所において環境省が実施した実証事業の結果から、生活圏の空間線量に明確な影響を与える放射性物質の流出は確認されていない。一方で、降水量が多い場合には森林の土壌等の流出量が増加することが示唆されている。また、森林の下層植生の状況、斜面の傾斜角や形状等によっては、放射性物質が付着した土壌が雨水と

もに流出し、その一部が居住地等周辺に経年的に蓄積することも考えられる。どのような場合にエリア C の森林からの土壌流出が生活圏の空間線量率に影響を与えるおそれがあるかについては、さらに検討を要するが、木柵工や土のう筋工等が森林土壌の流出防止対策として効果を発揮することが確認されていることを踏まえ、当面の対応として、除染実施後の宅地等における事後モニタリングの結果等において、土壌被覆率が低く、勾配が急でかつ汚染度の高い森林から経年的に土壌等が流出した影響と考えられる再汚染により、除染の効果が維持されていない箇所が確認された場合には、現場の状況に応じて、エリア C の森林からの土壌の流出防止に効果がある箇所に対策工（木柵工や土のう筋工など）の実施を可能とすること（災害対策を目的とするものを除く。）が適当である。（環境省等）

エリア C の森林における林業再生については、森林内の下層植生を繁茂させるとともに、樹木の根系の発達を促進させ、土壌に付着した放射性物質の拡散防止を図ることが期待される。このためにも、被ばく線量管理を行う必要のない平均空間線量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}^1$ 以下の場所での作業を従来どおり原則としつつ、作業の機械化による屋外作業時間の短縮など、作業者の被ばく低減に取り組みながら、引き続き、間伐等の森林整備と放射性物質対策を一体的に実施する事業や林業再生に向けた実証事業を推進することが適当である。

また、放射性物質の影響は長期間に及ぶことから、森林内の放射性物質の実態については、今後もモニタリングを継続するとともに、モニタリングや実証事業等で得られた成果については、林業の再生に向けて、幅広く情報提供を行うことが適当である。（林野庁等）

森林・林業再生の取組を通じて生産される木材については、放射性物質の影響を確認しながら積極的に製材品やチップ等の原木として利用されることが適当である。一方、木材の利用に伴い、発生する樹皮等については、その受け入れ体制の充実を図ることが適当である。このため、関係者や関係機関が連携し、関係法令を踏まえつつ、対策を進めることが必要である。（環境省・林野庁等）

4. 終わりに

以上のとおり、これまでの実証結果等から得られた一定の知見をもとに、森林における放射性物質対策について今後の方向性を提示した。今後は、この方向性に沿って取組を着実に進めるとともに、エリア C の森林の放射性物質が生活圏の空間線量率に影響を与えるおそれがある場合の要因等について、事後モニタリングの結果、対策工の施工事例、放射性物質の挙動に関する調査研究等を踏まえ、継続的に知見を集積し、状況に応じて、それらの結果を的確な対策の実施に反映させていくことが重要である。

¹ 東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則（平成 23 年厚生労働省令第 152 号）