



森林施業による放射性物質への影響

林野庁と福島県は、間伐等による空間線量率の影響や放射性セシウムの移動抑制を目的とした技術の検証、林内作業における作業者の被ばく線量低減等のため、福島県内に試験地を設けて様々な取組を行っています。

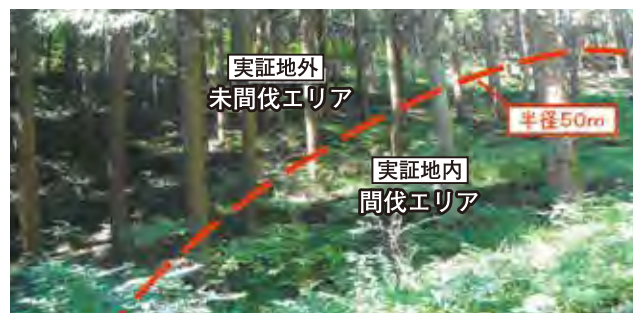
間伐等による空間線量率への影響とその効果

福島県では、2012～2019年に川内村等の森林に試験地を設定し、間伐が空間線量率に与える影響について調査しました。調査開始時の2012年4月に、間伐材を林外に搬出した際、森林内の空間線量率を計測したところ、川内村のアカマツ林では施業前の約 $3.00 \mu\text{Sv/h}$ から施業後の約 $2.50 \mu\text{Sv/h}$ へと低下していました。間伐後3か月すると林床に下草が繁茂し、間伐を行わなかったエリアと比較して、明らかな植生の差が見られました(写真)。間伐をすると、森林内が明るくなり、下層植生が繁茂しやすくなります。また雨滴が直接地面に当たりにくくなるので、表土の移動をおさえ、放射性セシウムの移動を抑制する効果が期待されます。

森林施業等実施後の空間線量率の推移は、測定時期等によりバラツキがありますが、間伐後約8年経過した2020年11月時点も、おおむね物理的減衰と同程度の割合で低減してきています(図1)。

間伐等の森林施業は、樹木の伐採・搬出により放射性物質が森林外へ持ち出された割合に応じて森林内の空間線量率の低減に効果があると考えられます。現在、森林内の放射性物質の多くは土壌表層部に滞留しており、樹木に含まれる放射性物質の割合は小さいことから、樹木の伐採・搬出による空間線量率への直接的な影響は限定的と考えられます。

森林内の空間線量率は、主に森林内の放射性物質の総量とその分布状況によって決まると考えられます。今後、森林内の空間線量率は、放射性物質の物理的減衰に応じた低減を基本に、落葉層から土壌への移行、土壌内での深部への移動、さらに降雨等による表土の移動や新たな落葉等の影響を受け変化していくとみられます。森林施業はそのような変化を促進する可能性があり、引き続き調査が必要です。下記は、森林内の放射性物質の移動における概念図です(図2)。



← 未間伐エリア | 間伐エリア →
 〈間伐施業の完了後、3か月経過した状況〉
 間伐の有無によって、林床の下層植生に大きな差を確認(公益的機能が向上)

写真 森林における放射性物質対策実証(間伐の効果)
 (注)実証地は半径50mの円状に設定、1地区の面積は約0.8ha
 資料:福島県「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」(2014年度、2015年度)

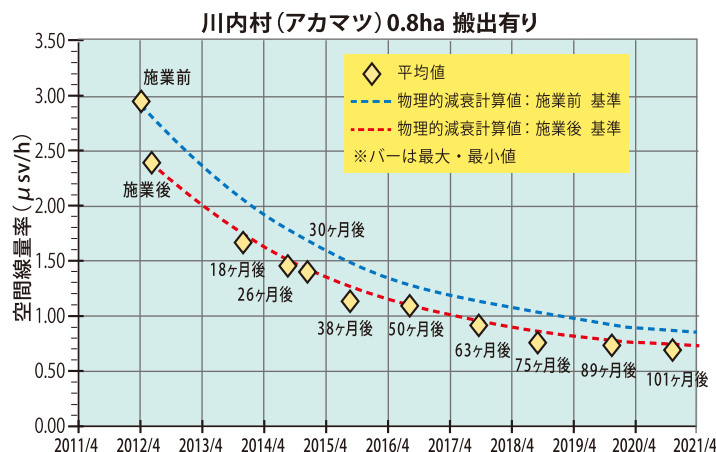


図1 森林における放射性物質対策実証(間伐等の効果)
 資料:福島県「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」(2020年度)

表土等の移動

※移動量が多い場合、土砂等の相対的な放射性物質濃度により、空間線量率を上げる場合、下げる場合の両方あり得る。

新たな落葉等

※林床へ放射性物質を供給するが、これまでの調査結果では、森林内の放射性物質全体に対する割合は小さく、空間線量率への影響は確認できていない。

堆積有機物層

土壌

堆積有機物層から土壌へ及び土壌内での深部への移動

※移動には相当の時間がかかるが、長期的には空間線量率を徐々に下げる方向に作用すると考えられる。

図2 森林内の放射性物質の移動にかかる概念図

資料:林野庁「令和2(2020)年度森林施業等による放射性物質拡散防止等検証事業の概要」

間伐等による土砂等及び放射性物質の移動量の把握

林野庁では、2012～2017年に広野町に試験地を設定し、間伐や落葉等の除去作業による土砂等及び放射性セシウムの移動量を調査しました。森林内の地表流水や移動土砂等を調べたところ、地表流水からは放射性セシウムがほとんど検出されず、また、土砂の移動量と放射性セシウムの移動量の両者の変化が同じ傾向を示したことから、林床の放射性セシウムは主に土砂に付着して移動すると推察されました。

試験地に設けた次の4区画における計測結果を図にまとめています。

- ①間伐区
- ②落葉等除去区
- ③間伐+落葉等除去区
- ④対照区(作業なし)

「①間伐区」は、何も作業を行っていない「④対照区」と比べて大きな差はありませんでした。「②落葉等除去区」と「③間伐+落葉等除去区」では、1年目に土砂等及び放射性セシウムの移動量が大きく増加しましたが、これは落葉を除去する際に林床が攪乱されたためだと考えられます。2年目には減少し、「④対照区」と同程度となりました。

間伐の際に、林床を大きく攪乱せず、土砂の移動が少なければ、森林外への放射性セシウムの移動が抑えられることが明らかにされています。

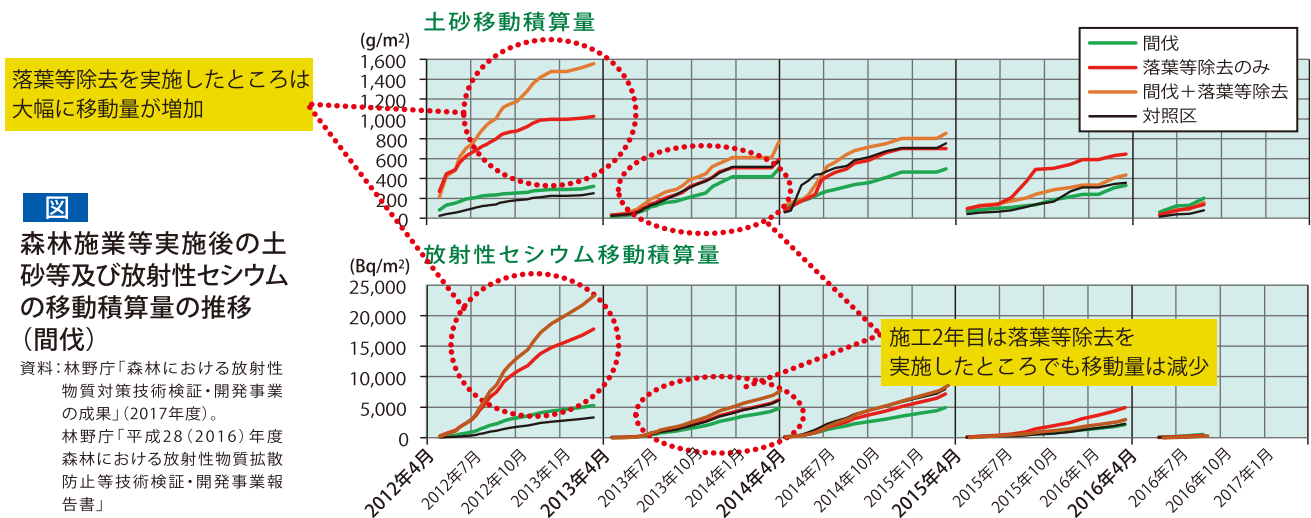


図 森林施業等実施後の土砂等及び放射性セシウムの移動積算量の推移 (間伐)

資料：林野庁「森林における放射性物質対策技術検証・開発事業の成果」(2017年度)。
林野庁「平成28(2016)年度森林における放射性物質拡散防止等技術検証・開発事業報告書」

林内作業時の被ばく対策[外部被ばく、内部被ばく]

林野庁の調査により、森林整備を行う際の外部被ばく線量は、作業時間が長い作業種ほど高くなるのが分かっています。また、同じ作業種でもプロセッサ、グラブ等の運転キャビン内で過ごす時間が多い方が、野外で作業を行う場合に比べて低くなる傾向が見られました。単位時間当たりの外部被ばく線量を比較すると、重機による地拵えと造林は、人力作業より1割程度低減しています(図)。

作業員の内部被ばくについては、作業種ごとに粉じん量及び粉じんの放射性セシウム濃度を測定し、調査しました。1時間当たりの内部被ばく線量の最高値は、チップ敷設時の $4.6 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ です。

単位時間当たりの外部被ばく線量 ($\mu\text{Sv/h}$)

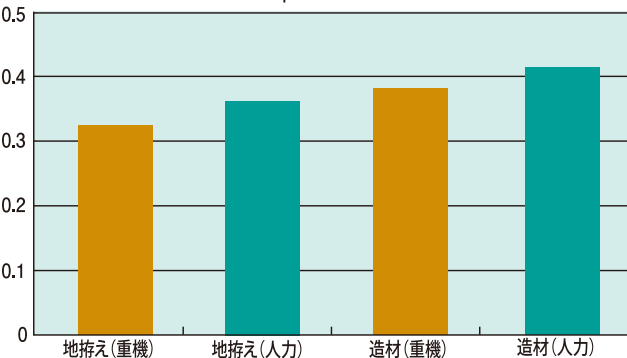


図 作業種ごとの単位時間当たり外部被ばく線量

資料：林野庁「平成26(2014)年度「森林における除染等実証事業」のうち「避難指示解除準備区域等における実証事業(田村市)」報告書」

内部被ばく線量は、外部被ばく線量と比べると数万分の1程度と、ごくわずかです。このことから森林作業では外部被ばくを少なくすることが大切とされます。そのためできるだけ作業時間を短縮し、重機を用いることが被ばくを抑えるために効果的だと考えられます。



写真 作業機械の使用が被ばく低減に効果的

作業種	平均粉じん濃度 mg/m³	総作業時間 h	粉じん吸入量※1 mg/h	mg	対象物の濃度※2 134Cs Bq/kg	137Cs Bq/kg	内部被ばく線量 μSv/h
除伐	0.29	379.5	0.35	131.3	86	260	0.4×10^{-5}
作業路開設※3	0.17	147.0	0.20	29.6	1500	3800	3.6×10^{-5}
更新伐	0.10	120.5	0.16	19.7	220	680	0.5×10^{-5}
地拵え	0.10	70.5	0.13	8.8	1500	3800	2.2×10^{-5}
機械化更新伐※3	0.08	18.5	0.09	1.7	1500	3800	1.7×10^{-5}
植栽	0.10	336.5	0.12	40.7	1500	3800	2.2×10^{-5}
チップ敷設	1.24	77.0	1.48	114.2	220	680	4.6×10^{-5}

表 内部被ばく線量推算結果

※1: 作業種ごとにデジタル粉じん計により測定した粉じん濃度データを用い、作業者の呼吸量: $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ (ICRP Pub1.23 より引用) として推算

※2: 除伐は下層植生濃度の平均値、作業路開設・地拵え・機械化更新伐・植栽はリター及び土壌濃度の平均値、更新伐・チップ敷設は丸太濃度の平均値を採用

※3: 作業路開設と機械化更新伐は重機内での作業のため実際には粉じん吸入量・内部被ばく線量は大きく低減されると想定されるが、野外作業と同様の方法で算出

資料：林野庁「平成26(2014)年度「森林における除染等実証事業」のうち「避難指示解除準備区域等における実証事業(田村市)」報告書」