

森林の調査事業について(中間報告)

平成29年12月
環境省 除染チーム

森林調査事業の取組状況・経緯

「今後の森林除染の在り方に関する当面の整理について」 第7回環境回復検討会 (H24年9月)

「森林除染に係る知見の整理等について」 第9回環境回復検討会 (H25年8月)

「森林における今後の方向性」 第9回環境回復検討会 (H25年8月)



森林から生活圏への放射性物質の**流出**に係る調査

- 除染実施区域より奥の森林からの放射性Csの流出状況や生活圏への影響、流出防止対策による流出防止効果を把握 (H26～H27)



「森林における放射性物質対策の方向性について」 第16回環境回復検討会 (H27年12月)

「福島の森林・林業の再生に向けた総合的な取組」 第2回福島の森林・林業の再生のための関係省庁PT (H28年3月)



- 放射性Csの流出状況や生活圏への影響、流出防止対策の効果に係る調査を継続 (H28)
- 空間線量率のモニタリングを継続 (H29)



森林から生活圏への放射性物質の**飛散**に係る調査

- 風向・風況による森林周辺の生活圏の線量変動の状況、ダストサンプリングによる飛来物質の放射性Cs濃度の状況を把握 (H26～H27)



- 森林からの落葉等の飛散による放射性Csの移動状況や生活圏への影響を把握 (H28～H29)

今回の報告対象

平成29年度 森林から生活圏への放射性物質の
流出・拡散に係る調査事業
(落葉等の飛散)

1. 本調査の目的と実施イメージ

本調査の目的

- 林内及び森林に隣接する場所において、落葉やその残さ等(以下「落葉等」という。)の量、放射能濃度等の捕捉・分析を行うことにより、森林からの落葉等の移動に係る実態を把握し、落葉等の移動による森林外への影響を把握する。



| | | | | | |
|----|-------------|--------------|-----------|----------|-------|
| 凡例 | : リタートラップ | : 水盤 | : ネットフェンス | : 風向・風速計 | : 雨量計 |
| | : 空間線量率測定地点 | : 植生調査、土壌調査点 | | | |

2. 今回の報告内容

◆ 2試験地(スギ林及び広葉樹林)における以下の調査結果

- ・林内及び林外における1年間分の落葉等(落葉・枝種子・残さ)の量
- ・林内及び林外における1年間分の放射性Cs降下量
- ・調査実施場所における空間線量率

◆ 2試験地における調査結果を基にした林縁・林外への影響の推計

・林縁部の空間線量率への影響評価

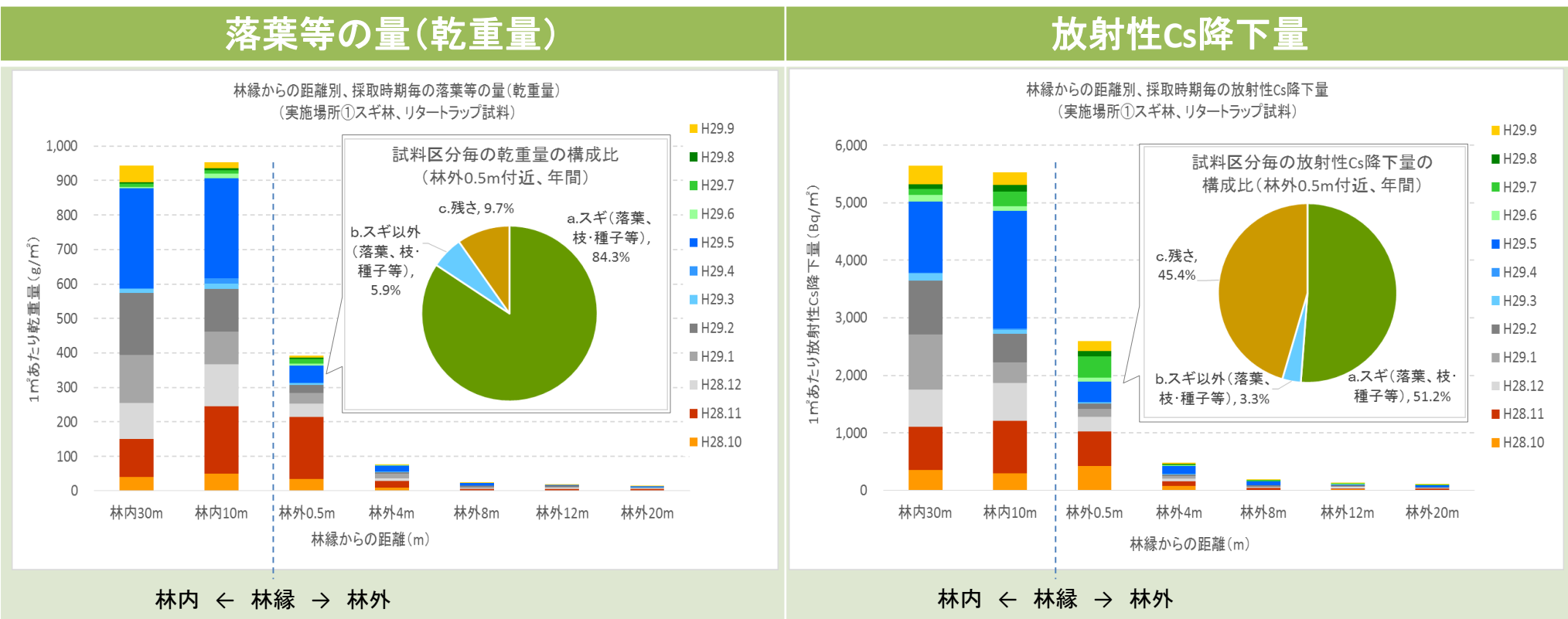
林外への降下量が全て林縁に集積したと仮定した場合の林縁空間線量率の増分を推計

・林縁からの距離に応じた空間線量率への影響評価

林縁からの距離ごとの放射性Cs降下量が半径10m均等に降下した場合の中心地点における空間線量率の増分を推計

3. 調査結果 — 実施場所①(スギ林) —

- 1年間(H28年10月～H29年9月)に林外で採取された落葉等の乾重量及び放射性Cs降下量をみると、上部を樹冠が覆っている0.5m地点では、乾重量が390g/m²程度、放射性Cs降下量が2,600Bq/m²程度であるが、いずれも林縁から4m以遠では顕著に減少している。
- 季節別にみると、秋季から冬季(11～2月)や初夏(5月)も多く、幅広い季節に分散している。
- 試料区分毎の構成比をみると、放射性Cs降下量では乾重量よりも残さの構成比が高い傾向が見られた。



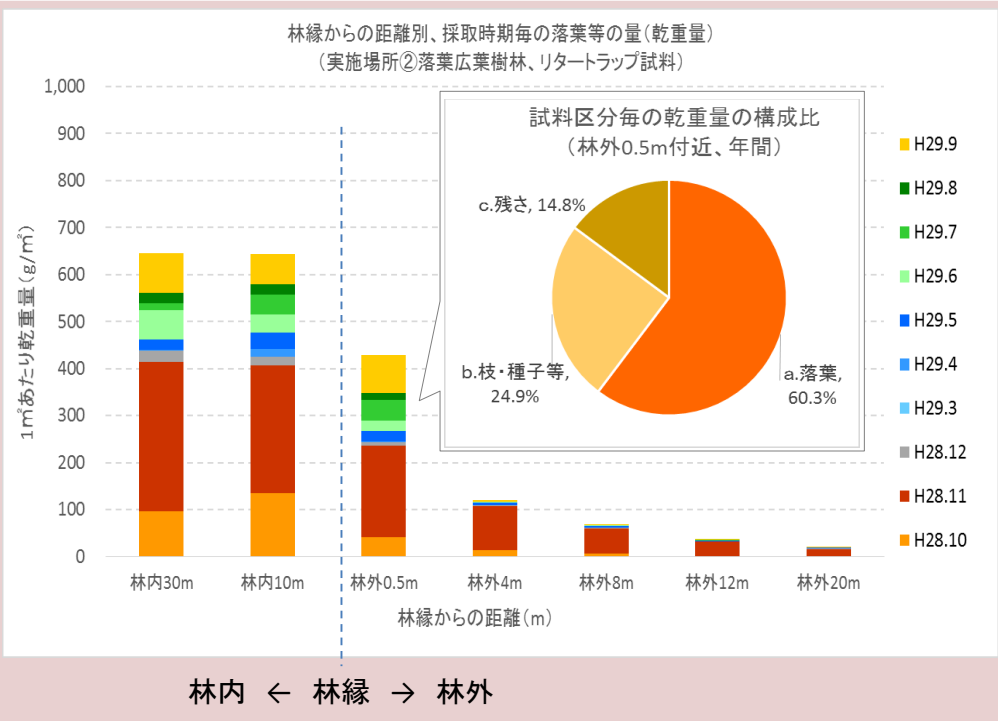
※ 各月の試料採取期間は以下のとおり。

| | H28.10 | H28.11 | H28.12 | H29.1 | H29.2 | H29.3 | H29.4 | H29.5 | H29.6 | H29.7 | H29.8 | H29.9 |
|----------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| 実施場所① (スギ林) | H28.9/30～ 10/26 | H28.10/27～ 11/25 | H28.11/26～ 12/22 | H28.12/23～ H29.1/25 | H29.1/26～ 3/2 | H29.3/3～ 3/28 | H29.3/29～ 4/18,19 | H29.4/19～ 5/18,19 | H29.5/19～ 6/14 | H29.6/15～ 8/4 | H29.8/5～ 8/31 | H29.9/1～ 9/21 |

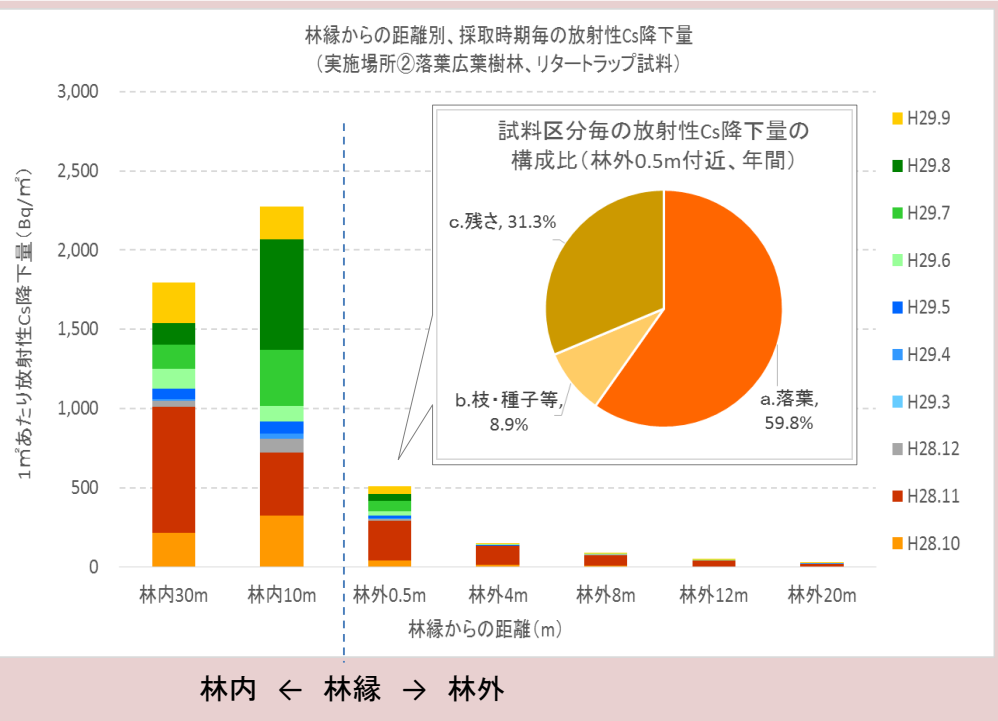
3. 調査結果 ー実施場所②(落葉広葉樹林)ー

- 1年間(H28年10月～H29年9月)に林外で採取された落葉等の乾重量及び放射性Cs降下量をみると、上部を樹冠が覆っている0.5m地点では、乾重量が430g/m²程度、放射性Cs降下量が510Bq/m²程度であるが、いずれも林縁から4m以遠では顕著に減少している。
- 季節別にみると、乾重量は秋季(11月)に多いが、放射性Cs降下量では夏季(7～8月)も一定の比率を占めた。
- 試料区分毎の構成比をみると、放射性Cs降下量では乾重量よりも残さの構成比が高い傾向が見られた。

落葉等の量(乾重量)



放射性Cs降下量



※ 各月の試料採取期間は以下のとおり。

| | H28.10 | H28.11 | H28.12 | H29.1 | H29.2 | H29.3 | H29.4 | H29.5 | H29.6 | H29.7 | H29.8 | H29.9 | |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 実施場所② (落葉広葉樹林) | H28.9/29～ 10/27 | H28.10/28～ 11/22 | H28.11/23～ 12/21 | H28.12/22～H29.3/31 | 積雪のため リタートラップは撤去、水盤は残置 | | | H29.4/1～ 4/18 | H29.4/19～ 5/19 | H29.5/20～ 6/15 | H29.6/16～ 8/3 | H29.8/4～ 9/1 | H29.9/2～ 9/22 |

4. 林縁・林外への影響の評価 (1)林縁への集積を仮定した場合

■ 考え方

➤ 森林から林外に飛散する落葉等の1年間分が全て林縁に線状線源として蓄積された場合を想定し、林縁における1m高さの空間線量率の増分を推計した。

■ 空間線量率の算出方法

➤ 「放射線緊急事態時の評価および対応のための一般的手順(IAEA-TECDOC-1162)」(2000年8月,IAEA)、手順書E2「線状線源および溢出」の計算式を用いる。

$$E_{ext} = \frac{\pi \cdot CF_7 \cdot A_1}{X}$$

ここで、 E_{ext} = 実効線量[mSv] CF_6 = 換算係数[(mSv/h)/(kBq)]
 A_1 = 1m当たりの放射能[kBq/m]
 X = 線状線源からの距離[m]

■ 推計結果

➤ 森林から飛散した落葉等が1年分全て林縁に蓄積した場合を想定しても、林縁で見込まれる空間線量率の上昇は、調査着手当初(H28年8月)の空間線量率に対し、**実施場所①(スギ林)で0.8%程度、実施場所②(落葉広葉樹林)で0.3%程度。**

仮定条件設定のイメージ

林縁から垂直に延ばした幅 1m×20mの短冊に降下する落葉等(リタートラップで捕捉)に含まれる放射性Csが全て林縁に線状に集積した場合を想定。

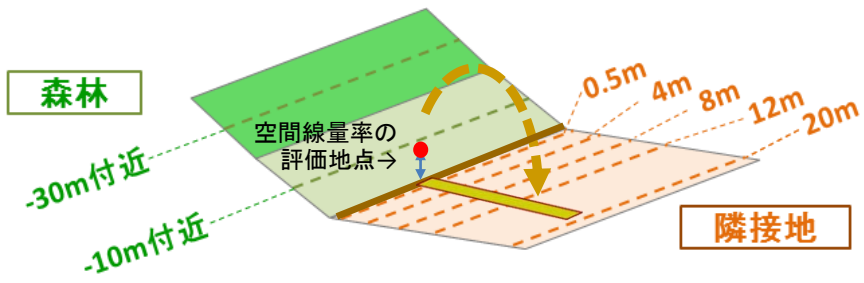


表 林縁における放射性Cs集積量、空間線量率増分の推計結果 (落葉等が林縁に集積するものと仮定した場合)

| 推計項目 | 実施場所①(スギ林) | 実施場所②(広葉樹林) |
|---------------------|---|--|
| 林縁での放射性Cs集積量(kBq/m) | 1年間の放射性Cs集積量(減衰補正なし)は Cs-134 : 1.3 kBq/m Cs-137 : 8.3 kBq/m | 1年間の放射性Cs集積量(減衰補正なし)は Cs-134 : 0.34 kBq/m Cs-137 : 2.0 kBq/m |
| 林縁での空間線量率(μSv/h) | 平成28年8月時点の空間線量率: 0.43 μSv/h 空間線量率増分: 0.0035 μSv/h (0.8%程度) | 平成28年8月時点の空間線量率: 0.29 μSv/h 空間線量率増分 0.0009 μSv/h (0.3%程度) |

4. 林縁・林外への影響の評価 (2)均一な面源を仮定した場合

■ 考え方

- 森林から林外に飛散した1年分の落葉等に含まれる放射性Csが落下点付近に蓄積された場合を想定。
- 落葉等の堆積厚さや落葉等による放射線の遮へいは無視する。

■ 空間線量率の算出方法

- 「放射線緊急事態時の評価および対応のための一般手順(IAEA-TECDOC-1162)」(2000年8月,IAEA)、手順書E2「線状線源および溢出」のうち「溢出」の計算式を用いる。

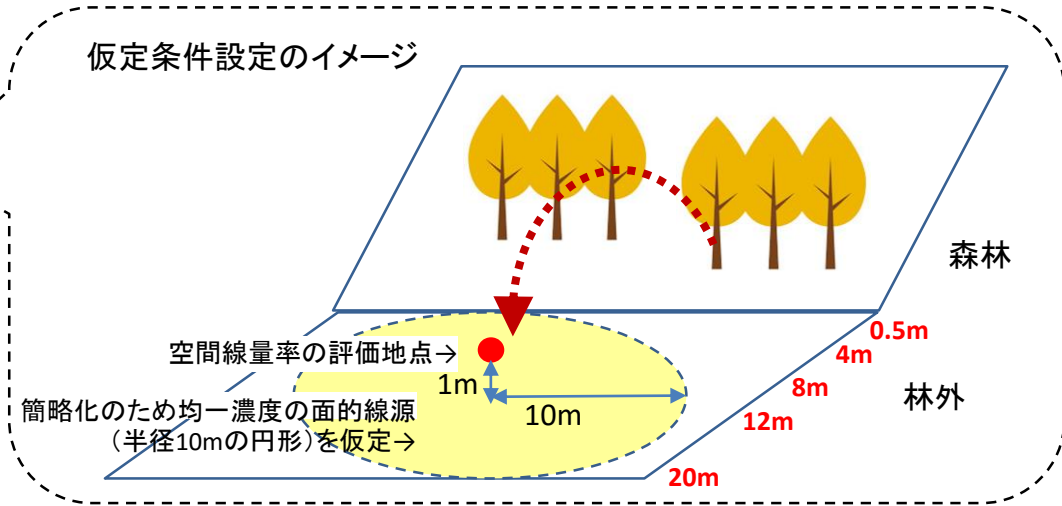
$$D = \frac{2\pi \cdot CF_7 \cdot A_s}{X} \times \ln \frac{X^2 + R^2}{X^2}$$

ここで、

- D = 線量率[mGy/h] ……1Gy=1Svとする
- CF₇ = 換算係数[(mGy/h)/(kBq)] ……上記文献による
- X = 溢出の中心から評価地点までの距離[m] ……1mとする
- R = 溢出の半径[m] ……10mとする
- A_s = 溢出1m²当たりの放射能[Bq/m²] ……H28年10月～H29年9月に採取された落葉等による放射性Cs降下量の集計値

■ 推計結果

- 森林から飛散する1年分の落葉等により見込まれる空間線量率の増分は、保守的な推計においても、**林外で最も降下量の大きいスギ林の林縁付近(林縁から林外へ0.5m)で、調査着手時点の空間線量率の2.0%程度。**
- 林縁から4m以遠では測定誤差を超えるレベルの空間線量率上昇は見込まれない。



【実施場所①(スギ林)】

| 林縁からの距離 | 落葉等による放射性Cs降下量(Bq/m ² /年) | 空間線量率増分(μSv/h) (a) | H28年8月の空間線量率(μSv/h) (b) | a/b |
|---------|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|------|
| 0.5m | 約2,600 | 0.0088 | 0.43 | 2.0% |
| 4m | 約490 | 0.0016 | 0.41 | 0.4% |
| 8m | 約190 | 0.0006 | 0.35 | 0.2% |
| 12m | 約130 | 0.0004 | 0.32 | 0.1% |
| 20m | 約120 | 0.0004 | 0.29 | 0.1% |

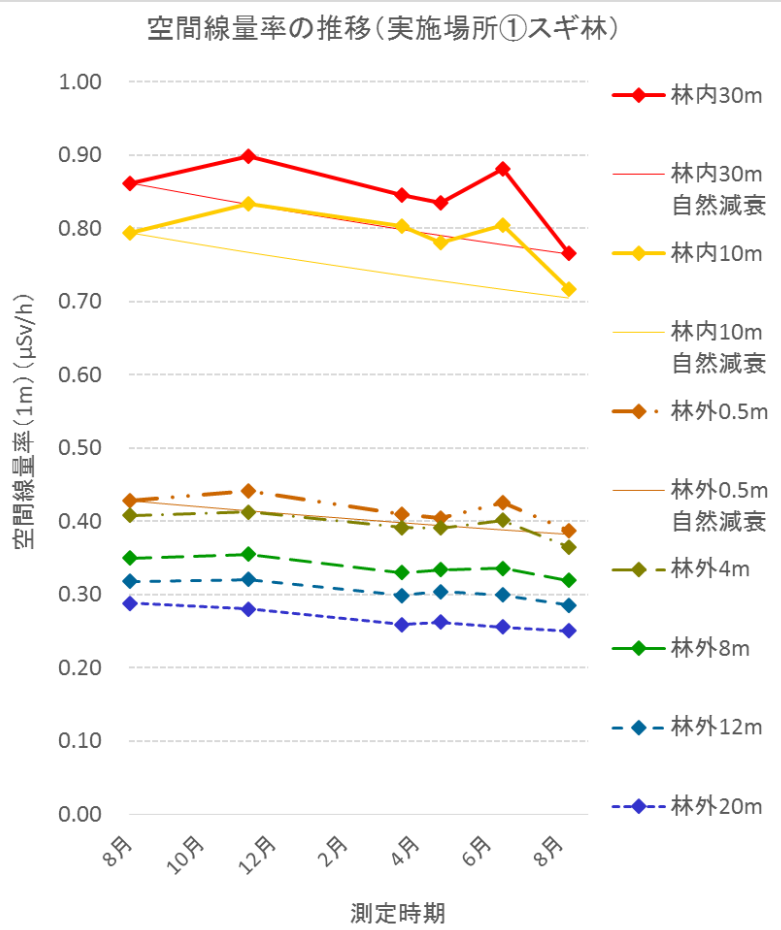
【実施場所②(落葉広葉樹林)】

| 林縁からの距離 | 落葉等による放射性Cs降下量(Bq/m ² /年) | 空間線量率増分(μSv/h) (a) | H28年8月の空間線量率(μSv/h) (b) | a/b |
|---------|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|------|
| 0.5m | 約510 | 0.0017 | 0.29 | 0.6% |
| 4m | 約150 | 0.0005 | 0.19 | 0.3% |
| 8m | 約90 | 0.0003 | 0.19 | 0.2% |
| 12m | 約50 | 0.0002 | 0.19 | 0.1% |
| 20m | 約30 | 0.0001 | 0.17 | 0.1% |

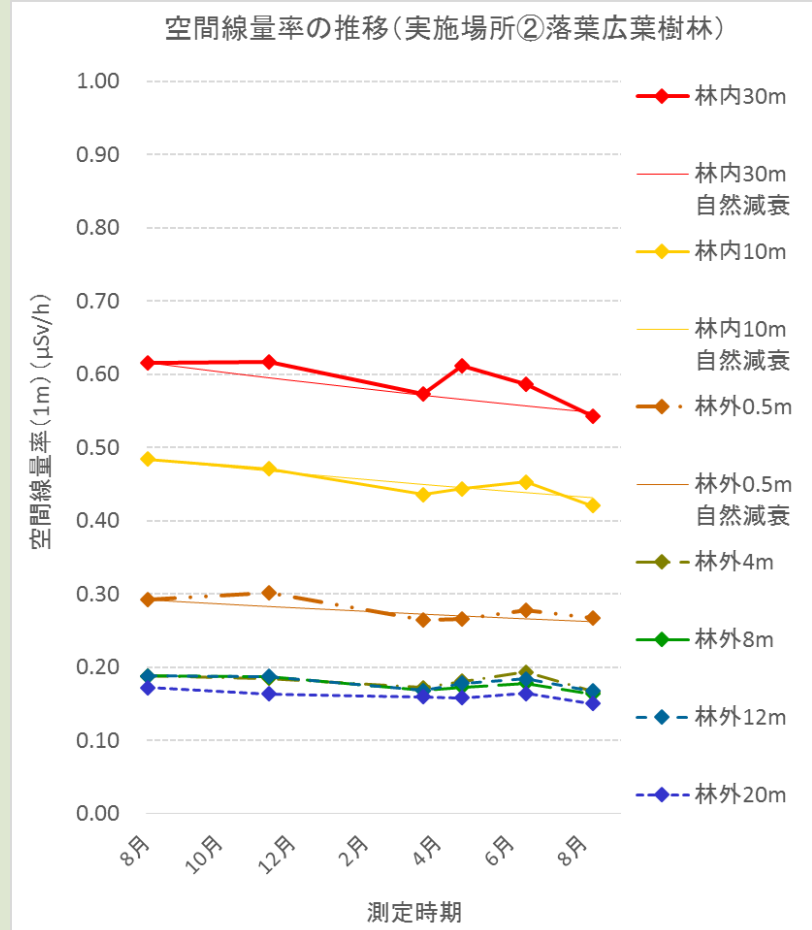
5. 空間線量率の測定結果

- 調査実施場所における1m高さの空間線量率は、実施場所①、②ともに、若干の変動はみられるものの、概ね自然減衰程度の減少傾向を示している。
- 空間線量率の一時的上昇が見られる時期と、落葉等による放射性Cs降下量との相関は見られていない。

実施場所①(スギ林)



実施場所②(落葉広葉樹林)



※ 空間線量率の自然減衰の考え方は、第64回原子力安全委員会 資料第1-1号「現在の空間線量率から将来の空間線量率を予測する考え方について」に従った。ただしウェザリングは考慮せず。

6. 本年度調査結果の中間まとめ

これまでの調査2(飛散)の結果、今回の調査地においては以下の傾向がみられた。

(1) 落葉等の量(乾重量)

- 林外への1年間(H28年10月～H29年9月)の落葉等の量は、林縁からの距離が遠いほど減少した。

(2) 落葉等による放射性Cs降下量

- 林外への1年間(H28年10月～H29年9月)の放射性Cs降下量は、林縁からの距離が遠いほど減少した。

(3) 調査実施場所の空間線量率

- 実施場所①、②ともに、1m高さの空間線量率は、測定環境等により若干の変動はあるが、概ね自然減衰(H28年8月～H29年8月の1年間で約10%)相当の減少傾向を示した。
- 空間線量率の一時的上昇が見られる時期と、落葉等による放射性Cs降下量との相関は確認されなかった。

(4) 林縁・林外への影響の評価



- 林縁での影響に係る保守的な推計の結果、1年間(H28年10月～H29年9月)の落葉等による空間線量率の増分は、いずれの試験地においても1.0%未満であった。
- 林外での影響に係る保守的な推計の結果、1年間(H28年10月～H29年9月)の落葉等による空間線量率の増分は、実施場所①(スギ林)の林外0.5m地点(樹冠下)では調査着手時点の空間線量率の2.0%程度、他の地点では1.0%未満であった。

◆ 今後の予定

- 年度末まで調査を継続する。
- 台風等天候に係る諸条件との関連性について考察する。
- 外部機関の研究結果等を踏まえた森林から生活圏への影響評価等を検討する。

(参考)調査の実施場所

- 福島県内の森林の中から、調査が実施可能な場所であり、落葉等の飛散の傾向及びその影響を確認しやすく、また、実施場所間の比較ができるよう、樹種等について異なる特徴を有する場所を選定。
- 平成28年8月から試料採取や空間線量率測定等に本格着手し、平成29年度も継続実施中。

| | 実施場所① スギ林 | 実施場所② 落葉広葉樹林 |
|--------|--|--|
| 面積等 |  <p>赤枠: 林内 (幅30m×奥行40m) 橙枠: 林外 (幅30m×奥行20m)</p> |  |
| 植生 | スギ林(林縁にウメ等の広葉樹あり) | 落葉広葉樹林(コナラ、ミズナラ、クリ、ヤマボウシ等) |
| 地形 | 林外は平坦。林内は10m付近まで緩傾斜、10m以遠は急傾斜ながら作業道等あり。 | 林外から林奥に向けて緩やかな上り坂。斜度5°程度の比較的均一な斜面。 |
| 除染実施時期 | 森林:平成27年3月完了 隣接地(農地):平成28年1月完了 | 森林:平成25年7月完了 隣接地(牧草地):平成26年5月完了 |

(参考)調査の測定項目

- モニタリングにより落葉等及びそれに伴う放射性Csの移動状況等を把握するとともに、降雨の状況や植生の回復状況、森林の特性との関係を把握する。
- モニタリングは経時変化が確認できるよう、落葉期を中心に一定期間継続して行う。

■落葉等や放射性Csの移動状況の把握

リタートラップ(図1)による落葉等の採取・測定

- ・ 林縁からの距離別の採取試料の重量及び放射能濃度
※本資料では中間的な概況報告のためリタートラップ試料のみ取扱っている。

水盤(図2)による落葉等の採取・測定

- ・ 林縁からの距離別の採取試料の重量及び放射能濃度

ネットフェンス(図3)による落葉等の採取・測定

- ・ 地表付近の移動物の重量及び放射能濃度



図1 リタートラップの設置状況



図2 水盤の設置状況



図3 ネットフェンスの設置状況

■実施場所毎の背景状況・特性の把握

空間線量率(1m、1cm)

- ・ リタートラップ・水盤・ネットフェンス付近の空間線量率

土壌の放射能濃度

- ・ 林内外のコアサンプリング、林内のスクレーパ調査

生の枝葉の放射能濃度

- ・ 生の枝葉(新葉・古葉)の放射能濃度

樹木(樹種別)の分布

- ・ 実施場所における樹種構成、高木の分布等

林床の状況

- ・ 林床被覆率、下層植生状況、A0層の層厚等

気象条件

- ・ 林内外の風向・風速、降水量、温度・湿度

(参考) 試料採取状況、試料区分毎のイメージ 実施場所①スギ林

リタートラップ

試料採取状況



スギ(落葉、枝・種子等)

スギ以外(落葉、枝・種子等)

残さ

試料区分毎のイメージ



(参考) 試料採取状況、試料区分毎のイメージ 実施場所② 落葉広葉樹林

リターラップ

試料採取状況



落葉

枝・種子等

残さ

試料区分毎のイメージ

