

森林空間線量別、施業別の大気中粉塵の放射性物質濃度の把握

川口 知穂 壽田 智久* 浅田 隆志**

目 次

| | |
|-----------|---|
| 要 旨 | |
| I はじめに | 1 |
| II 調査地と方法 | 2 |
| 1 調査地 | 2 |
| 2 調査方法 | 2 |
| III 結果と考察 | 4 |
| IV おわりに | 5 |
| V 引用文献・注 | 5 |

要 旨

森林施業を実施する際、樹木や林床を覆う草本類等に付着した放射性物質が粉塵として舞い上がり、作業従事者が呼吸時にその粉塵を吸入することで、内部被ばくする恐れがある。そこで、作業従事者が内部被ばくを受ける可能性について検討するため、森林施業によって発生する粉塵を吸塵装置を使って吸引し、粉塵量及び放射性セシウム濃度について測定したところ、空間線量率が1～2 $\mu\text{sv/h}$ 前後の森林においては、放射性セシウム濃度は未検出、または規程値を大きく下回ることがわかった。また、放射性セシウム濃度が最も高かった2011年の除伐の値を用い、作業従事者の呼吸量を40L/minとして1時間あたりの作業にかかる内部被ばく量を試算した結果、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs ともにわずかな値だった。

キーワード：空間線量率、森林施業、粉塵、放射性セシウム濃度、内部被ばく

I はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故により大気中に放射性物質が拡散・降下し、県内の森林が広く汚染された。このため、森林施業を実施する際、樹木や林床を覆う草本類等に付着した放射性物質が粉塵として舞い上がり、作業従事者が呼吸時にその粉塵を吸入することで、内部被ばくする恐れがある。

内部被ばくの危険性は、森林施業のみでなく、農作業や除染作業においても懸念されており、耕うん作業時や除染作業時に発生する粉塵量、粉塵に含まれる放射性セシウム濃度

受付日 平成26年2月28日

受理日 平成26年3月25日

* 現県中農林事務所 ** 福島大学

課題名 森林空間線量別、施業別の大気中粉塵の放射性物質濃度の把握（県単課題 平成23～24年度）

本試験のうち、2011年は「森林の放射線量低減技術の開発に関する実証試験事業」により実施した。

等が調査されている^{2,3)}一方、森林施業によって発生する粉塵については不明な点が多い。そこで、森林施業によって発生する粉塵量や粉塵に含まれる放射性物質濃度 (^{134}Cs 及び ^{137}Cs) を把握するため、2011、2012年に、空間線量率の異なる森林において、下刈や除伐などの森林施業を行い、作業従事者が内部被ばくを受ける可能性について検討した。

なお、2011年の調査結果は、内閣府委託業務の一部として福島県林業研究センターが(独)日本原子力研究開発機構から再委託を受けて実施した委託業務の成果が含まれる。

また、2012年の調査は福島大学と共同研究により行った。

II 調査地と方法

1 調査地

2011年は郡山市に所在する福島県林業研究センター内のアカマツ林で、2012年は郡山市のほか、南相馬市及び二本松市のスギ林、伊達市のヒノキ林で調査を行った(図-1)。施業、調査年ごとの空間線量率、樹種及び林齢など調査地の概要を表-1に示した。調査地の空間線量率は、中通りでは $0.90\sim 1.37\ \mu\text{sv/h}$ 、南相馬市では $2.20, 2.43\ \mu\text{sv/h}$ であった。



図-1 調査地の位置

また、各調査地の下層植生をみると、郡山市は木本やカヤ、ササなどの草本、ツル植物が面的に成育、南相馬市では草本が繁茂、二本松市及び伊達市では木本やササ、シダなどがやや疎に成育していた。

表-1 調査地の概要

| 施業名 | 調査年 | 調査時期 | 調査地 | 空間線量率 ($\mu\text{sv/h}$) | 樹種 | 林齢 (年) | 主な下層植生 |
|-----|------|------|-------|-------------------------------|----------|-----------|-----------------------|
| 下刈 | 2011 | 12月 | 郡山市 | 0.90 | — | — | カヤ、ササ |
| | 2012 | 8月 | 南相馬市1 | 2.43 | スギ | 2 | タケニグサ、アカソ |
| | | | 南相馬市2 | 2.20 | スギ | 2 | タケニグサ、ウマノミツバ、キツリフネ |
| 除伐 | 2011 | 12月 | 郡山市 | 0.94 | アカマツ | 49 | ヤマグワ、ササ、セイタカアワダチソウ、クズ |
| | | | 郡山市 | 1.12 | — | — | ササ、灌木 |
| | 2012 | 11月 | 二本松市1 | 0.94 | スギ | 40 | キブシ、サクラ |
| | | | 二本松市2 | 0.84 | スギ | 40 | キブシ、サクラ |
| | | | 伊達市1 | 1.24 | ヒノキ | 29 | コナラ、ササ |
| | | | 伊達市2 | 1.33 | ヒノキ | 29 | コナラ、ササ |
| 間伐 | 2011 | 12月 | 郡山市 | 1.23 | アカマツ、ヒノキ | 70、23 | — |
| | 2012 | 11月 | 二本松市 | 1.05 | スギ | 40 | キブシ、サクラ、シダ |
| | | | 伊達市 | 1.37 | ヒノキ | 29 | コナラ、ササ |

2 調査方法

(1) 粉塵の採集

調査した施業は下刈、除伐及び間伐の3つで、2011年はすべて12月に行った。2012年は、下刈を8月と9月にそれぞれ南相馬市と郡山市で、除伐及び間伐を11月に二本松市と伊達市で実施した。

施業によって発生する粉塵の採集は、ハイボリウムエアサンプラー（紀本電子工業株式会社 MODEL-120SL、以下「ハイボリ」という。図-2）を用いた。

下刈及び除伐については、2011年、2012年ともに5m四方の調査区の中央部にハイボリを設置し、調査区の周辺部から中央部に向かってらせん状に下層植生をすべて刈り払い、粉塵を15分間採集した（図-3、4）。間伐は、2011年、2012年ともに10m四方の調査区を設け、中央部にハイボリを設置して粉塵を採集したが、間伐率及び粉塵の採集時間を2011年は概ね80%で120分間、2012年は概ね30%で60分間とした（図-5）。このとき、ハイボリの流量は500 L/minとした。



図-2 ハイボリ



図-3 下刈試験地の状況（左：施業前、右：施業後）



図-4 除伐試験地の状況（左：施業前、右：施業後）



図－５ 間伐試験地の状況（左：施業前、右：施業後）

（２）粉塵量及び粉塵に含まれる放射性セシウム濃度の測定

①粉塵量の測定

採集した粉塵量は、採集後、粉塵の付着したろ紙重量から事前に測定しておいたろ紙重量を差し引いて求めた¹⁾。

②粉塵に含まれる放射性セシウム濃度の測定

ア 2011年

粉塵の付着したろ紙を50mmφの大きさに型抜きで9枚切り抜き、重ねてU-8容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器（SEIKO EG&G株式会社 GEM-40210-P-S（検出器S/N:28-TP30145B）を用いて測定した。なお、測定時間は70,000～72,000秒とした。

イ 2012年

粉塵の付着したろ紙を47mmφの大きさに型抜きで12枚切り抜き、重ねてU-8容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA社 GC2020-7500SL）を用いて測定した。なお、測定時間は10,800秒とした。

Ⅲ 結果と考察

採集した粉塵量は、ハイボリで吸入した空気1m³あたりでは、2011年、2012年ともに除伐が最も多かった（表－2）。

粉塵に含まれる放射性セシウム濃度は、2011年は除伐が、2012年は間伐が最も高く、その値は2011年の除伐が¹³⁴Cs及び¹³⁷Csでそれぞれ0.07Bq/m³、0.10Bq/m³、2012年の間伐が¹³⁴Cs及び¹³⁷Csでそれぞれ0.030Bq/m³、0.040Bq/m³だった（表－2）。

表－２ 施業ごとの粉塵量と放射性セシウム濃度

| 施業名 | 調査年 | 調査地 | m ³ あたりの 粉塵量 (mg/m ³) | 放射性セシウム濃度 (Bq/m ³) | | 検出限界値 (Bq/m ³) | |
|-----|------|-------|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | | | ¹³⁴ Cs | ¹³⁷ Cs | ¹³⁴ Cs | ¹³⁷ Cs |
| 下刈 | 2011 | 郡山市 | 0.32 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 |
| | | 南相馬市1 | 1.58 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| | 2012 | 南相馬市2 | 1.26 | 検出せず | 検出せず | 0.02 | 0.02 |
| | | 郡山市 | 1.44 | 検出せず | 検出せず | 0.02 | 0.02 |
| 除伐 | 2011 | 郡山市 | 1.30 | 0.07 | 0.10 | 0.02 | 0.02 |
| | | 二本松市1 | 1.68 | 検出せず | 検出せず | 0.02 | 0.02 |
| | 2012 | 二本松市2 | 1.89 | 検出せず | 検出せず | 0.02 | 0.01 |
| | | 伊達市1 | 1.84 | 検出せず | 検出せず | 0.02 | 0.02 |
| | | 伊達市2 | 1.81 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| 間伐 | 2011 | 郡山市 | 0.08 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.002 |
| | | 二本松市 | 0.57 | 検出せず | 検出せず | 0.004 | 0.004 |
| | 2012 | 伊達市 | 0.62 | 0.030 | 0.040 | 0.004 | 0.004 |

※2012年の放射性セシウム濃度は、各施業ごとに最も遅い調査日にあわせ減衰補正した。

これを「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規程に基づき、線量限度を定める告示」（昭和63年7月26日科学技術庁告示第20号、以下「告示」という。）に規程される放射線業務従事者の呼吸する空気中の放射性物質の濃度限度（¹³⁴Cs：20Bq/m³、¹³⁷Cs：30Bq/m³、以下「規程値」という。）と比較すると、放射性セシウム濃度は規程値を大きく下回ることがわかった。

また、放射性セシウム濃度が最も高かった2011年の除伐の値を用い、作業従事者の呼吸量を40 L/minとして、告示に規程される吸入摂取した場合の実効線量係数（¹³⁴Cs：9.6×10⁻⁶msv/Bq、¹³⁷Cs：6.7×10⁻⁶msv/Bq）を乗じて、1時間あたりの作業にかかる内部被ばく量を試算した結果、¹³⁴Cs及び¹³⁷Csでそれぞれ1.6×10⁻³μsv、1.6×10⁻³μsvとわずかな値だった。

IV おわりに

今回の調査結果は、空間線量率が1～2 μsv/h前後の森林におけるものではあるが、施業ごとの粉塵量や放射性セシウム濃度など作業従事者周辺の環境が把握できたことから、森林施業を行う際の参考になるものと考えられる。

しかし、降雨の有無など、作業時の気象条件の差が粉塵の発生に影響を及ぼしているものと推定できる⁴⁾ことや、森林内における放射性セシウムの分布状況は森林を構成する樹種や部位によって異なる⁵⁾ことから、森林施業を実施する際には、空間線量率のほか、林床の乾燥具合や土壌の放射性物質濃度など現場の状況を十分把握することが重要である。

V 引用文献・注

1) 以下の文献を参考とした。経済産業省原子力安全・保安院鉱山保安課・石炭保安室（2010）II 粉じん濃度測定。鉱山における粉じん濃度測定マニュアル：3-38。

2) 公益財団法人労働科学研究所（2012）”除染作業における粉じんばく露等に関する実態調査報告”。プレスリリース。2012年4月9日。http://www.isl.or.jp/service/study

/press-release/185-pressrelease2012-04-09.html, (参照2013_01_22)

3) 大野光・青田聡・松葉隆幸 (2013) ” 草刈り、大豆収穫、耕うん作業における放射線量の把握”. 放射線関連支援技術情報. http://www4.pref.fukushima.jp/nougyou-centre/kenyuseika/kenkyu_seika_radiologic_H24.html, (参照2014_03_24)

4) 林野庁 (2012) ” 森林における放射性物質の除去及び拡散抑制等に関する技術的な指針について”. プレスリリース. 2012年4月27日. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kenho/120427.html>, (参照2012_05_25)

5) 林野庁 (2013年) 詳細調査 I (森林内放射性物質分布調査). 平成24年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書 : 5-17.