

6.2. イ 福島県内で生産されるスギ雄花中の放射性セシウム濃度の調査

(1) 目的

森林に降下した放射性物質が、スギ花粉の飛散により再拡散することが懸念されたため、福島第一原発事故直後の2011年度にスギの雄花に含まれる放射性セシウム濃度（単位重量（乾重）当たりのCs-134とCs-137の合計）の調査を実施したところ、最高値は253 kBq/kgであった（林野庁，2011a；参考文献1、林野庁，2011b；参考文献2、林野庁，2012；参考文献3）。調査時期（11月）の雄花に含まれる放射性セシウム濃度は翌春に飛散するスギ花粉の放射性セシウム濃度とほぼ同一であると仮定できるので、この調査による雄花の放射性セシウムの最高値をもとに、大気中に飛散したスギ花粉を吸入した場合に受ける放射線量（内部被ばく量）を一定の前提条件の下で推計することができる。2011年度の調査結果から推計した結果（林野庁，2012；参考文献3）では、スギ花粉を吸入した場合の放射線量は、東京都心で受けている放射線量（環境省，2017；参考文献12）の0.3%程度であった。また飛散期間全体の累計では、日本において人が受ける年間放射線量（環境省2017；参考文献12）の0.03%、食物摂取によって人体内部で受ける年間放射線量（環境省，2017；参考文献12）の0.06%、胸部X線検査1回で受ける放射線量（環境省，2017；参考文献12）の1%に満たない値であった。

飛散花粉によって人体が受ける放射線量は福島県周辺のみならず、首都圏を中心に国民の高い関心を集めるため、2012年度以降もスギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度を調査し、花粉飛散前に結果の公表を行っている（林野庁，2013；参考文献4、林野庁，2014；参考文献5、林野庁，2015；参考文献6、林野庁，2016；参考文献7、林野庁，2017；参考文献8、林野庁，2018；参考文献9、林野庁，2019；参考文献10、林野庁，2020；参考文献11）。これまでの調査で、スギ雄花に含まれている放射性セシウム濃度は、全体としては年々低下する傾向を示した。低減割合は年を追うごとに変化しており、2012年度は全体として前年度（2011年度）の半分まで低下していたが、昨年度（2019年度）は前年度（2018年度）に対して8割であった（林野庁，2020；参考文献11）。また、空間線量率が高い地点は雄花の放射性セシウム濃度が高い傾向がみられた。さらに、雄花と葉の放射性セシウム濃度について比較したところ、2011年度から2014年度までは事故直後の葉（2011年度以前の葉）の濃度が高かったが、事故直後の葉が枯れ落ちた2015年度以降は雄花の濃度が葉の濃度より高くなった。今年度は昨年度に引き続き、空間線量の高い地域を中心に16地点においてスギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の調査を実施した。

(2) 調査方法

事故直後（2011年度）の調査地点（132地点）のうちから、2012年度には福島県内の空間線量率が高いところから低いところまで均等に分布するように調査地点を31地点選定し、スギ雄花の放射性セシウム濃度を調査した。その後、2016年度まで、このうちの22地点を

継続調査してきた。2017年度は22地点のうち2016年度調査で線量の高かった16地点に地域を絞り込み、うち6地点は調査場所を設定し直した。設定し直した調査場所は、土壌や幹(材)の採取調査(詳細調査IIア)を併せて行える場所や、これまでの場所より線量の高い場所を選定している。本年度は2017年度に絞り込んだ16地点のうち、1地点については、2019年度の台風19号による土砂災害で到達できなくなったため代替地として選定した1地点を対象として調査を行った。

スギ雄花の採取は2020年11月に実施した。この時期には雄花の内部には花粉粒が形成されて休眠状態になっており、雄花の放射性セシウム濃度は翌春に飛散する花粉の濃度と同程度であると考えられる(林野庁, 2012; 参考文献3)。したがって、この時期のスギ雄花の放射性セシウム濃度を調査することで、春に飛散する花粉の放射性セシウム濃度を予測することができる。

雄花を採取する木は、調査地点ごとに対象木候補を事前に3~5本設定しておき、着花状況に応じて3本程度から採取するようにした。採取時には、対象地の林内の1箇所において地上高1mにおける空間線量率をNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータで測定した。空間線量率が高い場合は電離箱式サーベイメータを用いた。空間線量率の測定は、昨年度と同じ場所とした。

雄花の採取にあたっては高枝切はさみ等を用いて、雄花付きの枝を数本切り取り、枝から雄花を分離し、実験室で水洗い後乾燥して、分析用試料とした。

また、調査地16地点のなかで空間線量率が比較的高い地域から低い地域にかけて5地点を選び、各地点の雄花採取木の1本を選んで、雄花のついた枝から雄花と針葉(軸を含む)に分け、針葉は当年葉(2020年葉)、1年葉(2019年葉)、2年葉(2018年葉)と年次別に分けて、放射性セシウム濃度を測定した。

試料は、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ法により放射性セシウム濃度(Bq/kg)(Cs-134とCs-137の合計)を測定した。今年度の測定値は、2021年2月1日を基準日として整理した。Cs-134濃度が不検出の場合は、2011年3月15日時点のCs-134濃度とCs-137濃度の比を1:1とし(Buesseler et al., 2011; 参考文献13)、物理学的半減期を用いた減衰に基づく理論的な推定式から、計算されたCs-134濃度とCs-137濃度の比を用いて、各年9月1日時点のCs-137濃度からCs-134濃度を推定した。

(3) 結果および考察

今年度の調査地点のうち事故直後(2011年度)から調査されている10地点について、事故直後(2011年度)と今年度の空間線量率の関係を図6.2-1に示した。事故直後に空間線量率が高かった地点ほど、今年度の空間線量率が高い傾向がみられた。今年度の値は平均すると事故直後(2011年度)の4分の1程度に低減していた。昨年度に対しては、平均すると9割程度であった。

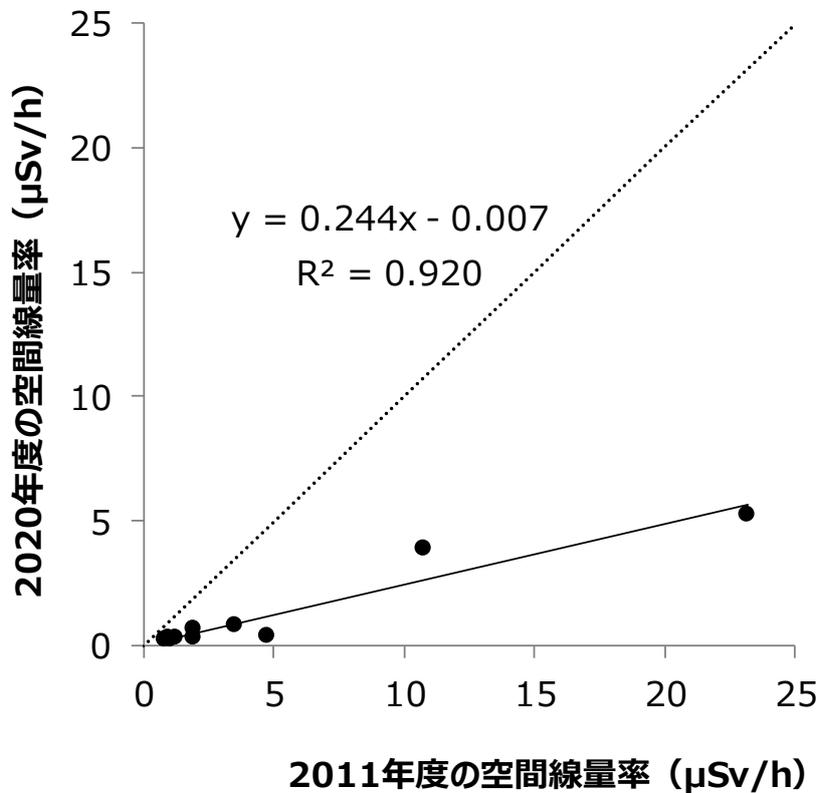
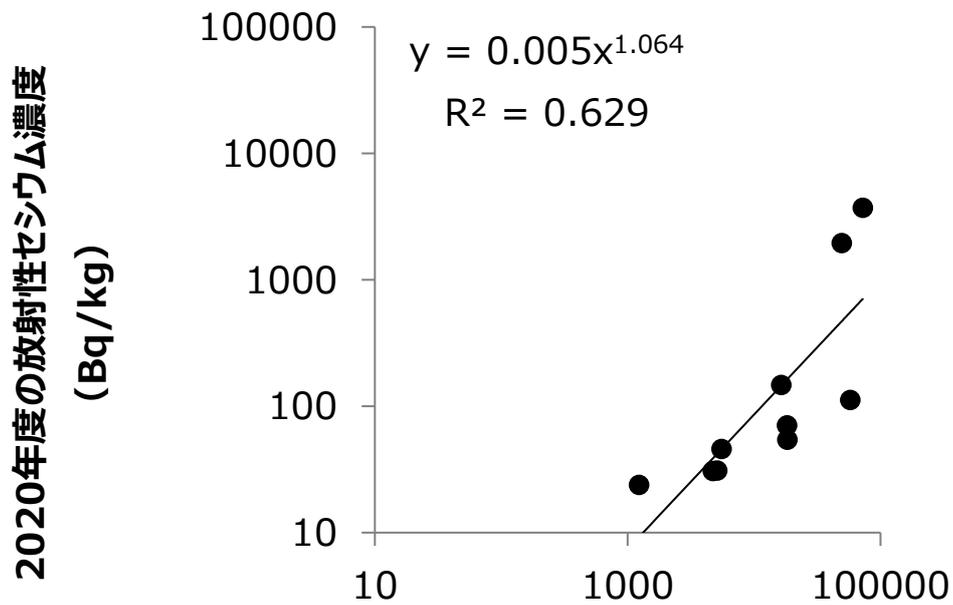


図 6.2.-1 継続調査地点（10 地点）の 2011 年度と 2020 年度の空間線量率

点線は 1:1 の線を、実線は近似直線を示す

事故直後（2011 年度）から調査されている 10 地点について、事故直後（2011 年度）と 2020 年度のスギ雄花中の放射性セシウム濃度の関係を図 6.2.-2 に示した。2011 年度に雄花中の放射性セシウム濃度が高かった地点ほど、その後の年の濃度も高いという関係が昨年度まで認められていたが、その傾向は今年度も認められた。今年度のスギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度は、平均で事故直後の 1%程度まで低下しており、昨年度からの大幅な増加もみられないことから、スギ雄花の放射性セシウム濃度は十分に低下し安定してきていると考えられた。

今年度（2020 年度）雄花を採取した 16 地点について空間線量率と雄花中の放射性セシウム濃度の関係を図 6.2.-3 に示した。空間線量率が高い地点で雄花中の放射性セシウム濃度が高い傾向は昨年度までと同様であった。



2011年度の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)

図 6.2.-2. 継続調査地点 (10 地点) の 2011 年度と 2020 年度のスギ雄花中セシウム濃度

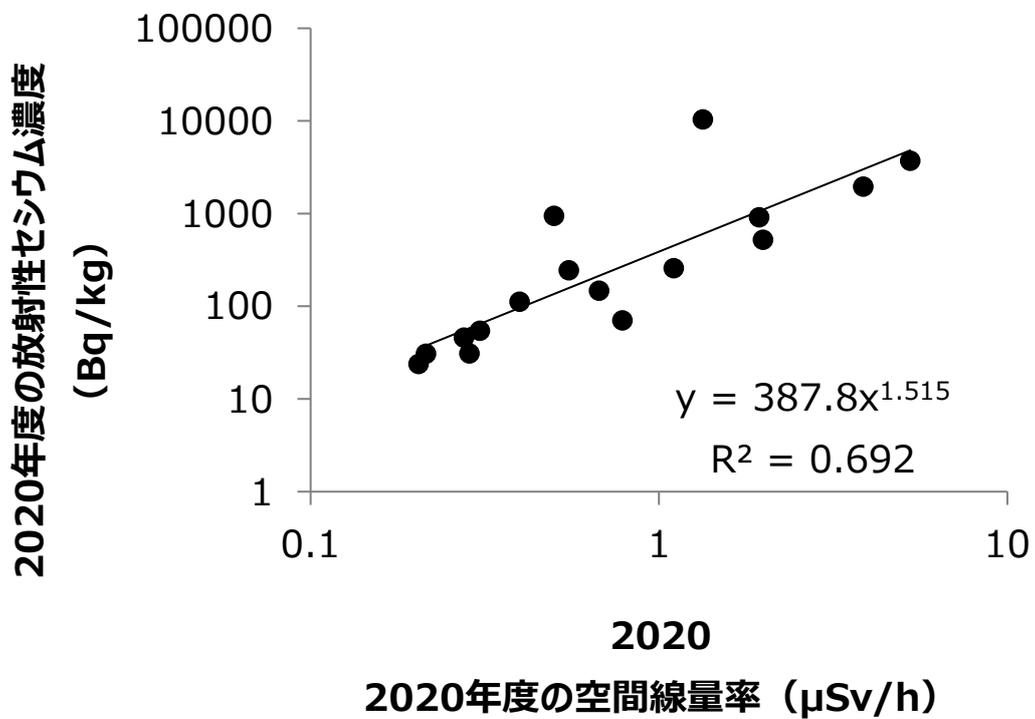


図 6.2.-3 空間線量率とスギ雄花中の放射性セシウム濃度 (2020 年度)

年次別の針葉等の試料を採取した 5 地点でのスギの部位別の放射性セシウム濃度を図 6.2.-4 と 6.2.-5 に示した。枝が年々成長した結果、今年度採取した枝には事故直後の 2011 年度以前に作られた葉はなくなっていた。今年度は雄花の着花が少なく、枝試料には分析できる量の雄花がついていなかった。このため枝試料ではなく、雄花試料の放射性セシウム測定値を用いた。事故直後と以降 2 年の時点では葉齢が古いほど放射性セシウム濃度が高くなる傾向が見られていたが、現在の葉齢別の放射性セシウム濃度は地点によって異なった傾向を示し、葉齢に対応した増減傾向はみられなかった。また一昨年までは雄花の放射性セシウム濃度はどの地点でもどの葉齢の葉よりも高かった。今年度は同じ木の中での直接比較ではないが、雄花の放射性セシウム濃度が葉よりも必ずしも高いとは言えなかった。

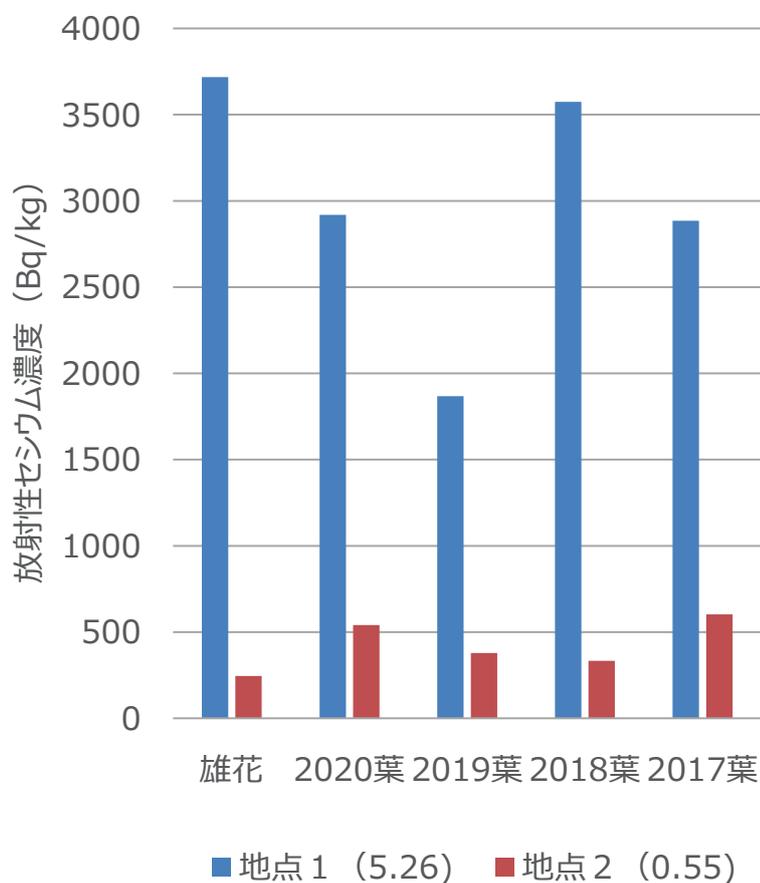


図 6.2.-4 5 地点のスギの部位別の放射性セシウム濃度 (地点 1~2)

各地点の凡例の数値は 2020 年度の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) を示す。地点番号は R1、H30 年度報告書と対応するが、H29 年度以前の報告書とは対応しない。



図 6.2.-5 5 地点のスギの部位別の放射性セシウム濃度（地点 3～5）

各地点の凡例の数値は 2020 年度の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) を示す。地点番号は、R1、H30 年度報告書と対応するが、H29 年度以前の報告書とは対応しない。

事故 10 年後の今年度のスギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度は、最高値で事故直後の最高値の 4%程度という結果になった。事故直後からの継続地点では最も高い場合で事故直後の 5%、平均すると 1%であった。昨年度（2019 年度）のスギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の最高値から、これらの雄花中のスギ花粉が飛散し人が吸入した場合に受ける放射線量は 1 時間あたり最大 $0.0000113\mu\text{Sv}$ と試算される（林野庁，2020；参考文献 11）。これは事故直後（2011 年度）の試算結果（ $0.000192\mu\text{Sv}$ ：林野庁，2012；参考文献 3）の 6%程度である。なお、2011 年度の試算結果は東京都心で受けている放射線量（環境省，2017；参考文献 12）の 0.3%程度である。今年度のスギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の最高値は昨年度の最高値の 85%であり、これから試算される放射線被ばく量は、東京都心で通常受けている放射線量に比べてきわめてわずかな割合と推定される。また、日本において人が受ける年間放射線量や食物摂取によって人体内部で受ける年間放射線量、胸部 X 線検査

1回で受ける放射線量のいずれの1%に満たない値であり、人体への影響はほとんどないと推察される。

参考文献

1. 林野庁 (2011a) 平成 23 年 11 月 22 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査の実施について」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/111122.html>
2. 林野庁 (2011b) 平成 23 年 12 月 27 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について (中間報告)」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/111227.html>
3. 林野庁 (2012) 平成 24 年 2 月 8 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/120208.html>
4. 林野庁 (2013) 平成 25 年 2 月 8 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kenho/130208_2.html
5. 林野庁 (2014) 平成 26 年 1 月 31 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/ken_sidou/140131.html
6. 林野庁 (2015) 平成 27 年 1 月 30 日付プレスリリース「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kaihatu/150130.html>
7. 林野庁 (2016) 平成 28 年 2 月 1 日付「スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/120208.html>
8. 林野庁 (2017) 平成 29 年 2 月 8 日付 「平成 28 年度スギ雄花に含まれる放射性セシウムの濃度の調査結果について」
http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/sugi_yuuka.html
9. 林野庁 (2018) 「平成 29 年度スギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の調査結果について」平成 29 年度 森林内の放射性物質の分布状況調査結果について (資料 3)
http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/sugi_yuuka.html
10. 林野庁 (2019) 「平成 30 年度スギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の調査結果について」平成 30 年度 森林内の放射性物質の分布状況調査結果について (【調査 3】: 別添 3)
11. 林野庁 (2020) 「令和元年度スギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の調査結果について」令和元年度 森林内の放射性物質の分布状況調査結果について (【調査 3】: 別添 3)

12. 環境省 (2017) 「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 (平成 28 年度版)」
第 2 章 62 頁* <http://www.env.go.jp/chemi/rhm/h28kisoshiryo.html>
13. Buessler K, Aoyama M, Fukasawa M (2011) Impacts of the Fukushima Nuclear Power Plants on marine radioactivity. *Environmental Science & Technology*45 : 9931-9935