

樹木における放射能汚染と除染の課題

おやさと研究所教授
佐藤 孝則 Takanori Sato

今年も花粉の季節がやってきた。スギは2月上旬から4月下旬にかけて、ヒノキは3月中旬から5月中旬にかけて全国各地で飛散する。とうぜん、東北地方での飛散時期は遅く、スギは3月上旬から始まり、ヒノキは4月上旬から始まる。もちろん飛散時期はその年の天候によって左右されることがあるが、飛散量は前年夏（主に8月）の日照時間によってほぼ決まる。

花粉の1個の重さはおよそ1億分の1g（グラム）と非常に軽く、そのため風に乗って数10km（キロメートル）飛び散ることが知られている。



雄花から飛散するスギの花粉。（林野庁提供）

今年の花粉量は、昨夏の日照時間が短かったことから、少ないと予測されている。それでも東日本では、飛散量が多かった昨年の60～70%程度、近畿地方では50～70%程度と推定されている。

しかし、今年の花粉は飛散量の多寡だけでなく、放射性物質の“運び屋”としても注目され、心配されている。「3・11」の福島第1原発事故が起きなければ想定できなかった問題の一つである。今必要なことは、「想定外」だったことをあらゆる面から一つひとつ想定し、検証し、対策を講じることである。

花粉に含まれる放射性セシウム

林野庁は、昨年12月27日、「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」の中間報告を発表した。そして、花粉飛散量は多くても「人への影響は小さい」と結論づけた。そして今年2月8日になって最終結果を発表した。

そもそもこの調査は、これまで研究されてこなかった放射性セシウムが、どの程度、花粉に存在しているかを明らかにすることを目的に、独立行政法人 森林総合研究所と国立大学法人 名古屋大学の協力を得て実施されたものである。

調査は平成23年11月25日から平成24年1月31日にかけて、福島県を含む15都県のスギ林182箇所で行われ、福島県内ではそのうちの132箇所で行われた。採取された雄花は分析機器「ガンマ線スペクトロメトリー」を使ってセシウム134（Cs134：半減期2年）とセシウム137（Cs137：半減期30年）の濃度が測定された。濃度はBq（ベクレル）/kg（キログラム）で表されている。放射線核種（たとえば同位体であるCs134とCs137）はそれぞれ固有のエネルギーをもっていることから、ガンマ線のエネルギー分布を測定することによって、放射線核種の種類と放射能を同定することができる。

この調査の実施は、今後の放射性セシウムの被曝回避や除染対策において重要なデータを提供してくれることから、十分に意義あることと考える。

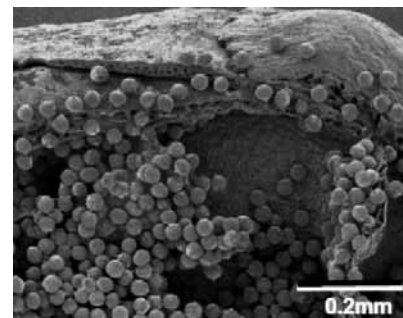
今回、林野庁がこの調査で明らかにしたことは、大きく分けて3つある。

一つは、放射性セシウムがスギの内部に取り込まれていたことである。もちろん枝葉の表面に付着しているのは当然であるが、放射性セシウムがすでに木の内部にまで入り込んでいること、さらにそれは幹や葉から直接内部に取り込まれた可能性を強く示唆したことである。

取り込まれた放射性セシウム（Cs134 + Cs137）の濃度で見ると、雄花と花粉、新葉のそれぞれに含まれる割合はほぼ同じであるが、旧葉の割合はそのほぼ10倍だった。換言すると、「3・11」の原発事故当時からあったスギの旧葉に付着する放射性セシウム（Cs134 + Cs137）の濃度の10分の1が、すでに内部に取り込まれていたことを示している。これは、スギだけに限られたわけではなくヒノキを含む多くの樹木に取り込まれている可能性が高いと考えられる。これらの結果は、汚染の継続性、除染の難しさを提示している。

二つ目は、1本1本のスギの雄花に含まれる放射性セシウムの濃度は、昨年11月11日に文部科学省が公表した航空機で測定した放射性セシウム蓄積量マップに大枠で重なるが、今回の調査結果から得られた地域間・地域内による共通性、一定性はあまり認められなかったことである。すなわち、同じ地域のスギ林であっても、個々のスギの木の汚染濃度は異なっていることを意味している。

福島県内のスギ林を見ると、喜多方市山都町と郡山市湖南町のそれぞれ1箇所では「ND」、すなわち放射性セシウムを確認できなかったか、あるいは確認しても100Bq/kg未満だった地域もあれば、双葉郡浪江町のように253,000Bq/kg（調査地点では最高）の値を示した地域もあった。

雄花の中の葯に収められているスギ花粉。
（走査型電子顕微鏡写真：林野庁提供）

3つ目は、花粉に含まれる放射性セシウムの濃度が、健康への影響をほとんど及ぼさない「レベル」だと考察した点である。

上述したように、乾燥させた雄花と花粉の濃度はほぼ同じであることから、花粉1kgあたりの放射性物質の濃度も253,000Bq/kgでほぼ同じであることを意味している。

花粉に含まれる放射性セシウムの濃度を、仮に、この調査で測定したスギの雄花の最高濃度（253,000Bq/kg）と同一とした場合、またこの濃度の花粉が1m³（立方メートル）あたり2,207

個（環境省花粉情報システムによる測定結果の最高値を使用）降下したとすると、この空気を1時間吸って被曝する量は大人で0.000192 μ Sv（マイクロシーベルト）となる。政府が定めた年間許容被曝線量を1mSv（ミリシーベルト、毎時0.23 μ Svに相当）とすると、許容被曝線量の1,200分の1の程度に相当することになる。林野庁は、健康への影響は「心配ないレベル」と繰り返し強調する根拠はここにある。



スギ植林地。

もし調査結果のとおりであるなら「心配ないレベル」と考えられるが、さらなる継続調査と考察を期待したい。とくに環境考古学や地質学の調査方法の一つとして「花粉分析法」があるように、花粉は何千年、何万年と形を変えずに残る性質をもっている。その性質を利用して古環境の復元が試みられているのである。であるならば、Cs137のように今後30年以上にわたって花粉の中に含まれ続けるのであれば、降下した花粉が再び舞い上がったり、あるいは集中して溜まっていた花粉が再飛散するなど、飛散・降下した放射性セシウムの追跡調査を今後も継続するべきだと考える。

スギ林の放射能汚染状況

文部科学省は、昨年9月14日、「森林内における放射性物質の移行調査結果」について発表した。そのなかの「森林内の葉に含まれる放射性セシウムの濃度」の結果は、とりわけ興味深い内容だった。

調査は平成23年6月6日から同年8月31日までの期間で、福島県伊達郡川俣町の山木屋地区をモデル地区として実施された。国立大学法人 筑波大学が試料の採取と核種の分析を担当し、気象研究所も核種の分析に加わった。この調査の目的は、福島第1原発から放出された放射性物質、とくに放射性セシウムが森林等の自然環境においてどのように移行するかを確認することにあった。

発表された結果をみると、スギ林の生葉に含まれる放射性セシウムの濃度は、ナラ類が生育する広葉樹混合樹林の生葉に比べると平均3倍程度高く、スギ壮齢林（樹齢40～50年）の枯葉に含まれる放射性セシウムの濃度は、スギ若齢林（樹齢18年）の枯葉に比べて平均2倍程度高い傾向にあった。スギ若齢林は、生葉と枯葉で放射性セシウムの濃度に大きな差はなかった。さらに、広葉樹混合林のリター層上部に堆積した落葉に含まれる放射性セシウムの濃度は、スギ林の落葉に比べて3～7倍も高かった。ちなみに「リター層」とは、森林において、地

表面に落ちたまま未だ土壌生物によってほとんど分解されていない葉・枝・果実・樹皮・倒木などが堆積している層のこと。

調査結果では、スギ壮齢林はスギ若齢林や広葉樹混合林に比べて、明らかに放射性セシウムの総蓄積量が多いということである。そこで文部科学省は、「樹木の根や葉から養分や水分とともに放射性セシウムを吸収する生葉が、これらを吸収しない枯葉に比べて放射能濃度が同程度、又は小さい傾向にあることから、現時点では、根や葉からの放射性セシウムの吸収量は、葉への放射性セシウムの付着量に比べて非常に小さい」と結論づけた。要するに、スギに含まれる放射性セシウムの量は、根や葉から吸収する量よりも枝葉や幹に付着している量の方が多く、リター層にも多いということである。

さらに、スギ林の樹冠部に放射性セシウムが多く付着しているため、樹冠に近いほど空間線量率が増加する傾向にある。葉や樹木の幹に付着した放射性セシウムは、森林内での降雨を通じて、徐々に林内の地表面に移行していると考察した。

以上により、私はスギ林から放射性セシウムを除染するさい、樹冠部付近の濃度が高いことから生葉や枯葉を除去するのが効果的で、スギ壮齢林内ではリター層の除去も効果的だと考える。

計画的避難区域（飯舘村）のスギ林

私は、昨年8月4日、計画的避難区域に指定されている福島県相馬郡飯舘村を訪れた。いわき市内にある天理教の教会長さんと一緒に、村内のあちこちで放射線量調査をおこなった。道路脇で線量調査をしていると、横に警視庁のパトカー（練馬ナンバー）が停車し、乗務・巡回中の警察官に職務質問された。不審者と判断されたのかは不明だが、こちらの目的を告げると走り去って行った。住宅はあちこちにあっても人気の全くない地域だったことから、当然といえば当然の職務質問だった。

調査は村内の道路沿いを中心におこなったが、ほとんどの場所で3.50 μ Sv/h以上の数値を記録した。また、草野地区のW神社神殿前では4.83 μ Sv/hの値を示したが、参道途中のスギ林の下ではほぼ半分の2.40 μ Sv/hだった。おそらくスギ林上層の樹冠部周辺で多くの放射性物質が付着したため、林床では空間線量がほぼ半分になったと考える。

この結果は、文部科学省が実施した結果とほぼ同じだった。いずれにおいても、汚染された森林の除染作業は、非常に難しい問題を抱えている。想定外を想定する先見性と実行性が、いま為政者に強く求められているのではないだろうか。



福島県相馬郡飯舘村草野地区に鎮座するW神社。
平成23年8月4日撮影。