

No. 1233 (2023. 4. 4)

花粉発生源対策の現状と課題

はじめに

I スギ・ヒノキと花粉症

- 1 日本における花粉症
- 2 スギ・ヒノキを原因とする花粉症
- 3 花粉発生源としてのスギ・ヒノキ人工林

II 花粉発生源対策の基本と現状

- 1 花粉発生源対策の基本
- 2 国や都道府県などによる取組

III 花粉発生源対策の課題

- 1 花粉症対策に資する苗木の更なる普及
- 2 国産材の利用拡大による伐採や植替えの促進
- 3 花粉飛散防止剤の実用化

おわりに

キーワード：花粉発生源対策、花粉症、スギ・ヒノキ人工林、林業、国産材

- スギ・ヒノキは日本の重要な造林樹種であり、国内には広大なスギ・ヒノキ人工林が存在している。一方で、スギ・ヒノキの花粉を原因とする花粉症は社会問題となっており、花粉の発生源である森林における対策が求められている。
- 国や都道府県などはスギ・ヒノキ人工林において発生する花粉量を削減するため、現存するスギ・ヒノキの伐採と花粉を出さない又は花粉の少ない品種への植替えなどを推進しているが、効果が得られるまでには長い時間を要する。
- より確実かつ早期の花粉量の削減に向けて、花粉を出さない又は花粉の少ない品種等の更なる普及や国産材の利用拡大による伐採や植替えの促進、花粉飛散防止剤の実用化が課題となっている。

国立国会図書館 調査及び立法考査局

農林環境課 おやま みずき
小山 瑞樹

はじめに

スギとヒノキは成長が早く、加工しやすいことなどから、日本において古くから利用されてきた、重要な造林樹種である。一方で、昭和 50 年代以降、スギ・ヒノキの花粉を原因とする花粉症患者が急増し、社会問題となっている。花粉の発生源であるスギ・ヒノキ林における花粉症対策を求める国民の要請は強く、これに応えるため、国や都道府県などはスギ・ヒノキ林で発生する花粉量を削減するための取組を長年にわたって行ってきた。近年、こうした取組の一部に一定の成果が見られる一方で、「花粉の少ない森林」の実現に向けた道のりは長く、課題も多い。本稿では、スギ・ヒノキと花粉症の関係について整理した後、国や都道府県などによる花粉発生源対策の取組及びその課題について紹介する。

I スギ・ヒノキと花粉症

1 日本における花粉症

花粉症は花粉によって生じるアレルギー疾患の総称である。主な症状はくしゃみや鼻水、鼻づまりなどであり、死亡に至る疾患ではないが、生活の質の低下を引き起こし、日常生活に著しい支障を来す場合もある¹。令和元（2019）年に行われた疫学調査の結果から、国民の約 4 割が花粉症に罹患していると推定されている²。そのため、健康被害に加えて、社会・経済的な影響も大きい³。

日本において花粉症の原因となる代表的な植物は、樹木ではスギ・ヒノキ・シラカバなど、草本ではカモガヤ・ブタクサなどである。これらを原因とする花粉症を含め、国内では 61 種の花粉症が報告されている⁴。このうち、一般に最も多い花粉症はスギ・ヒノキを原因とする花粉症である。

2 スギ・ヒノキを原因とする花粉症

花粉を作る樹木は数多く存在しているが、花粉症を引き起こす樹木は限られている⁵。当該樹木の特徴としては、風によって遠くまで運ばれる軽い花粉を大量に作ること、高密度で広く存在していることなどが挙げられる⁶。日本において、スギ・ヒノキはこの条件を満たす。

* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和 5（2023）年 3 月 3 日である。

¹ 大久保公裕「花粉症総論」『診断と治療』1296 号, 2021.2, pp.148-153.

² 松原篤ほか「鼻アレルギーの全国疫学調査 2019（1998 年, 2008 年との比較）—速報—耳鼻咽喉科医およびその家族を対象として—」『日本耳鼻咽喉科学会会報』123(6), 2020.6, p.487.

³ 例えば、前年の夏の気温が 1 度上昇すると（前年の夏の気温が高いと花粉量は多くなる。ただし、花粉量は気温以外の因子の影響も受ける。）、春先の実質家計消費支出が 0.9%押し下げられるとの推計がある（永濱利廣「花粉の大量飛散が日本経済に及ぼす影響」2019.3.5. 第一生命経済研究所ウェブサイト <<https://www.dlri.co.jp/pdf/macro/2018/naga20190305kahun.pdf>>）。このほかに、花粉症による経済的影響に関するよく知られた推計として、花粉症に係る医療費と花粉症の症状による労働損失の総額を年間 2860 億円とする推計がある（川口毅「医療経済に関する研究」科学技術庁研究開発局『スギ花粉症克服に向けた総合研究—成果報告書 第 1 期（平成 9-11 年度）—』2000, pp.136-138, 145-149.）。

⁴ 宇佐神篤「花粉症の原因となる植物」『グリーン・エージ』475 号, 2013.7, p.12.

⁵ 小川正「植物に由来するアレルゲン」『グリーン・エージ』475 号, 2013.7, p.6.

⁶ 石崎達ほか編『花粉アレルギー—その実態と治療—』北隆館, 1979, p.7.

(1) スギと花粉症

スギはヒノキ科に属する樹木であり⁷、また、日本の固有種である。北海道の南部から沖縄県の北部まで全国的に分布し、2月から4月にかけて花粉を飛散させる。スギ花粉症は昭和39(1964)年に日本で初めて報告された⁸。昭和50年代以降、患者数が急増し、昭和60年代には社会問題として取り上げられるようになった⁹。その後も患者数は増加の一途をたどり、スギ花粉症の有病率(ある時点において、疾病を有している人の割合)の全国平均は、平成10(1998)年の16.2%から平成20(2008)年には26.5%、令和元(2019)年には38.8%まで増加している¹⁰。ただし、スギ花粉症の有病率には地域差があり、関東地方や東海地方では大半の都県で40%を超える一方で、北陸地方や九州地方などでは20%台の県が見られる¹¹。

(2) ヒノキと花粉症

ヒノキはスギと同じくヒノキ科に属する樹木であり、関東以西の地域を中心に分布している。近縁のスギと共通の抗原性を有するため、スギ花粉症患者の多くはヒノキ花粉によっても症状が誘発される¹²。ヒノキ花粉はスギ花粉の飛散に続いて、3月から5月初頭にかけて飛散し、スギ花粉症の症状が長期化する原因となっている。全国的にヒノキ花粉よりスギ花粉の飛散量の方が多く、花粉症対策もスギを中心に行われてきたが、近年、地域によってはヒノキ花粉の方が多い年が見られるようになっている¹³。

3 花粉発生源としてのスギ・ヒノキ人工林

日本には広大なスギ・ヒノキ林が存在する。以下では、国内のスギ・ヒノキ林の大部分を占める人工林について論ずる¹⁴。

(1) スギ・ヒノキ人工林の現状

国内のスギ人工林面積は444万ha、ヒノキ人工林面積は260万haである。スギ・ヒノキ人工林の合計で、人工林面積(1020万ha)の69%(スギが44%、ヒノキが25%)、森林面

⁷ かつてはスギ科が存在したが、近年の植物分類の見直しによって、スギ科はヒノキ科に含まれることになった(河原孝行「APGに基づく植物の新しい分類体系」『森林遺伝育種』3(1), 2014.1, pp.15-16.)。

⁸ 堀口申作・斎藤洋三「栃木県日光地方におけるスギ花粉症 Japanese Cedar Pollinosis の発見」『アレルギー』13(1・2), 1964.1, pp.16-18.

⁹ 当時の状況を報じた新聞記事として、例えば、「[NEWS グラフィティ] これが列島クシャミのもと スギ花粉2000倍でズームイン」『読売新聞』1986.3.29, 夕刊がある。

¹⁰ 松原ほか 前掲注(2), p.487. また、東京都におけるスギ花粉症の有病率の推移については、10.0%(昭和58(1983)年度から昭和62(1987)年度まで)、19.4%(平成8(1996)年度)、28.2%(平成18(2006)年度)、48.8%(平成28(2016)年度)とする調査がある。ただし、各回で調査方法に変更点があるため、単純に比較することはできない(東京都福祉保健局「花粉症患者実態調査報告書(平成28年度)」2017.12, p.28. <https://www.tmiph.metro.tokyo.lg.jp/files/kj_kankyo/kafun/jittai/houkokusho.pdf>)。

¹¹ 各都道府県の具体的な有病率については、松原ほか 同上, p.488 を参照。有病率の地域差には花粉の飛散期間、花粉数、春先の湿度が影響している可能性が高いことが示唆されている(村山貢司ほか「スギ花粉症有病率の地域差について」『アレルギー』59(1), 2010.1, p.51.)。

¹² 井手武「ヒノキ花粉抗原」『医学のあゆみ』2385号, 2002.2.2, pp.365-367. このため、ヒノキ花粉によって引き起こされる花粉症は、臨床上是スギ花粉症に含めて扱われる(宇佐神 前掲注(4), p.9.)。

¹³ 岡野光博・岡愛子「花粉症におけるヒノキ花粉飛散の意義」『Pharma Medica』38(4), 2020.4, p.14.

¹⁴ スギ・ヒノキ林の蓄積(森林を構成する樹木の幹の体積)は、人工林がそれぞれ19億m³、7億m³であるのに対し、天然林は950万m³、870万m³である(「樹種別年齢別蓄積」(平成29年3月31日現在)林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/5.html>>; 「天然林樹種別蓄積」(平成29年3月31日現在)同 <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/6.html>>)。

積（2505 万 ha）の 28%（スギが 18%、ヒノキが 10%）を占めている（図 1）。また、齢級¹⁵別の面積を見ると、木材利用に適した 10 齢級（46～50 年生）以上に成長している林分¹⁶が多く、国内の人工林は本格的な利用期を迎えている（図 2）。

スギ・ヒノキは植えられてから 25～30 年経過すると花粉を大量に生産するようになるため、主な花粉発生源は 6 齢級（26～30 年生）以上の林分であると考えられている¹⁷。平成 29（2017）年時点では、スギ人工林の 95%、ヒノキ人工林の 92%が 6 齢級以上の林分となっている。

図 1 スギ・ヒノキ人工林面積

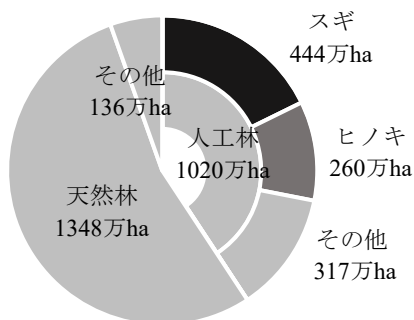
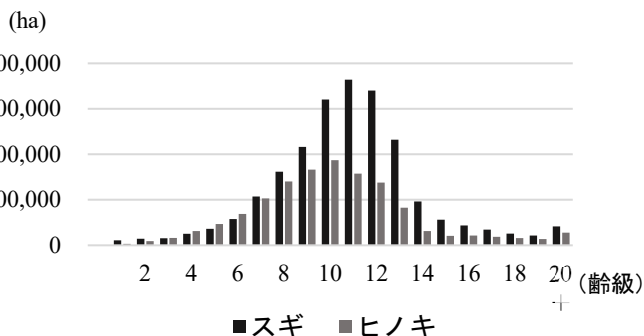


図 2 スギ・ヒノキ人工林の齢級別面積



（出典）「森林資源現況総括表（平成 29 年 3 月 31 日現在）」林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/attach/pdf/3-7.pdf>>; 「樹種別齢級別面積（平成 29 年 3 月 31 日現在）」同 <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/4.html>> を基に筆者作成。

（注）20+：20 齢級以上
（出典）「樹種別齢級別面積（平成 29 年 3 月 31 日現在）」林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/4.html>> を基に筆者作成。

(2) スギ・ヒノキ人工林の拡大と花粉飛散量の増加

花粉症患者が急増した原因の一つとして、戦後の造林によってスギ・ヒノキ人工林が拡大し、花粉量が増加したことが指摘されている¹⁸。実際に、花粉の発生源となる 6 齢級以上の人工林面積の拡大と都市の空中に飛散する花粉量の増加は後述のように同時期に生じた。

戦後の昭和 25（1950）年頃から昭和 45（1970）年頃にかけて、荒廃した国土の復旧や経済成長によって高まった木材需要に応えるため、成長が早く、需要が見込まれるスギ・ヒノキなどの造林が国を挙げて行われた¹⁹。しかし、その後国内の木材生産は長きにわたって停滞し²⁰、昭和 50（1975）年頃から花粉を大量に生産する林齢に達したスギ・ヒノキが伐採されないまま累積した結果、6 齢級以上の人工林面積は著しく拡大した。具体的には、昭和 55（1980）年から平成 24（2012）年の間に、6 齢級以上のスギ人工林は 106 万 ha から 419 万 ha へ、ヒノキ人工

¹⁵ 林齢を一定の間隔ごとに区切ったもの。一般には 5 年ごとに区分し、林齢 1～5 年を 1 齢級、6～10 年を 2 齢級とする（関岡東生監修『森林総合科学用語辞典 第 4 版』東京農業大学出版会、2021、p.754.）。

¹⁶ 構成樹種・樹高・密度等が類似し、外観も類似する部分として区画された樹林の一団（同上、p.750.）。

¹⁷ 家原敏郎「森林資源調査による花粉発生源分布の把握とその推移予想」科学技術庁研究開発局 前掲注(3)、p.280.

¹⁸ 井上栄『文明とアレルギー病—杉花粉症と日本人—』講談社、1992、pp.37-41.

¹⁹ 林野庁『平成 25 年度 森林・林業白書』2014、pp.26-29. <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/25hakusyo/190411_6.html>

²⁰ 木材の生産状況の変遷については、吉岡拓如「国産材利用の過去・現在・未来（特集 日本の森林—問題の深刻さと解決への道筋・再考）」『農村と都市をむすぶ』847 号、2022.7、pp.11-14; 久保山裕史「日本林業の課題と展望—過去から現在、そして投資型林業の実現に向けて—」『不動産研究』64(4)、2022.10、pp.3-14 などを参照されたい。

林は 50 万 ha から 226 万 ha へと拡大した²¹。

このことに対応するように、都市の空中に飛散するスギ花粉・ヒノキ科花粉(スギ以外)²²は、昭和 61 (1986) 年から平成 25 (2013) 年にかけて著しい年次変動を示しながら漸増した²³。例えば、船橋市・新潟市・東大阪市・福岡市では、昭和 55 (1980) 年頃から平成 25 (2013) 年頃までの期間で、スギ花粉又はヒノキ花粉の飛散量 (10 年間の平均値) が約 1.5~4 倍に増加した²⁴。

II 花粉発生源対策の基本と現状

以上のとおり、花粉症患者の増加とスギ・ヒノキ人工林は深く関係していると考えられており、花粉の発生源である森林における花粉症対策を求める国民の声も大きい²⁵。そこで、スギ・ヒノキ人工林では、花粉量を減らすための取組 (以下「花粉発生源対策」) が行われている。本章では、まず花粉発生源対策の基本を整理し、次に国や都道府県などによる取組を紹介する。

1 花粉発生源対策の基本

(1) 花粉量を減らす方法

スギ・ヒノキ人工林において発生する花粉量を減らす方法は二つある。一つは花粉を多く生産するスギ・ヒノキを伐採し、花粉を生産しない若しくは花粉が少ないスギ・ヒノキ品種又は他の樹種へ植え替える方法 (花粉の少ない森林への転換) である。これによって、確実かつ永続的に花粉量を削減することができる。ただし、伐採や植替えは水源涵養や国土の保全といった森林が持つ機能を損なわないよう、徐々に進められることが望ましく、花粉量の削減効果が現れるまでに長い時間と労力を要する²⁶。これに対して、もう一つの方法は、花粉の飛散を防止する薬剤 (以下「花粉飛散防止剤」) を散布する方法である。この方法は伐採や植替えに比べて手間がかからず、即効性のある対策として期待されているが²⁷、現時点では実用段階に至っていない。なお、このほかの方法としては、枝打ちや間伐によって雄花を減らす方法が考えら

²¹ 昭和 55 (1980) 年の面積は、農林水産省大臣官房統計情報部編『林業センサス累年統計書 昭和 35 年-平成 12 年』農林統計協会, 2003, pp.232-233, pp.240-241 を参照。平成 24 (2012) 年の面積は、「樹種別年齢別面積」(平成 24 年 3 月 31 日現在) 林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h24/4.html>> を参照。

²² スギ以外のヒノキ科の樹木 (ヒノキ、サワラ、ネズなど) の花粉は区別することが難しく、まとめて観測されることが多いが、植生の分布から主にヒノキの花粉であると考えられている。

²³ 岸川禮子ほか「花粉抗原からみる日本列島の空中花粉長期調査結果—わが国の重要な木本花粉抗原の地域性と年次変動—」『アレルギー』66(2), 2017.3, pp.98-107。

²⁴ 佐橋紀男ほか「スギ、ヒノキ花粉観測 30 年以上の 4 地点における年次変動の比較」『日本花粉学会会誌』60(2), 2014.12, pp.64-67。このほかに、相模原市では昭和 40 (1965) 年から平成 26 (2014) 年の期間で、スギ花粉の飛散量 (5 年間の平均値) は 5 倍に、ヒノキ科花粉 (スギ以外) の飛散量 (5 年間の平均値) は 3 倍に増加したと報告されている (齋藤明美ほか「相模原市における空中飛散花粉の 50 年間の推移」『日本花粉学会会誌』62(2), 2017.3, pp.76-79.)。

²⁵ 内閣府が平成 30 (2018) 年に行った「食と農林漁業に関する世論調査」では、森林・林業政策に対して期待することとして、「花粉の少ない苗木に植え替えるなど、スギ・ヒノキなどの花粉発生源対策を進めること」を挙げた人の割合が 2 番目に高い結果 (36.9% (複数回答)) であった (内閣府政府広報室「食と農林漁業に関する世論調査」の概要) 2018.11, p.17。内閣府ウェブサイト <<https://survey.gov-online.go.jp/h30/h30-shoku/gairyaku.pdf>>。また、東京都が行った調査では、花粉症対策として希望することについて、37.6% (複数回答) の人が「スギ林等の伐採や枝打ちで花粉を減らす」ことを選んでいる (東京都福祉保健局 前掲注(10), p.15.)。

²⁶ 福島康記「花粉症に配慮したスギ・ヒノキの総合的管理計画」科学技術庁研究開発局 前掲注(3), p.512。

²⁷ 高橋由紀子「菌類を利用したスギ花粉飛散抑制技術」『生物資源』54 号, 2020, p.14; 「スギ花粉、油・微生物で防げ 東京農大や森林総研が研究 雄花枯らし 8~9 割減 省力化期待」『朝日新聞』2019.2.5, 夕刊。

れるが、この方法が成功する条件は限られており、大きな期待はできないとされている²⁸。

以上のことから、実際には花粉の少ない森林への転換が、花粉発生源対策の基本的な取組となっている。

(2) 花粉症対策品種

スギ・ヒノキの木材利用を継続しながら、花粉の少ない森林への転換を進めるため、「花粉症対策品種」と呼ばれる、花粉を生産しない又は花粉の少ないスギ・ヒノキ品種が開発されている。以下では、花粉症対策品種の種類及び開発から植栽までの流れを簡単に紹介する。

(i) 花粉症対策品種の種類

花粉症対策品種には、無花粉品種（スギ・ヒノキ）、少花粉品種（スギ・ヒノキ）、低花粉品種（スギ）がある。これらの各品種は以下のような花粉生産量に係る基準などを満たすものと定義されている²⁹。

(a) 無花粉品種（スギ・ヒノキ）

無花粉品種はその名のとおり、花粉を全く生産しない品種である。無花粉スギは突然変異によって、雄花は着けるが、花粉は作らない「雄性不稔」と呼ばれる性質を持ち、2,500本から6,000本に1本存在する³⁰。無花粉スギは、必ずしも成長や木材としての性質が保証されていないため、「精英樹」と呼ばれる優れた性質が明らかなスギなどと交配させ、林業用の品種が開発されている。

(b) 少花粉品種（スギ・ヒノキ）・低花粉品種（スギ）

少花粉品種は、平年では雄花が全く着かないか、又は極めて僅かしか着かず、花粉飛散量の多い年でもほとんど花粉を生産しない品種である。特にスギでは、一般的なスギに比べて花粉生産量が1%以下とされている。低花粉品種は少花粉品種には及ばないものの、雄花の着花性が相当程度低い品種であり、スギ花粉症対策品種の普及を補完するために開発された。少花粉品種・低花粉品種は主に精英樹の中から選ばれている³¹。

(ii) 花粉症対策品種の開発から植栽まで

花粉症対策品種を含む林木の品種は、地域の自然条件に適合するよう、地域ごとに開発が行われている³²。開発された花粉症対策品種は、クローン苗³³として都道府県に配布され、都道府県はその苗を植えて、採種園や採穂園（苗木を作るための種子や穂木の生産を行う樹木園）を造成する。通常、採種園では造成されてから約13年後に種子の生産が開始される。採種園や採穂園で生産された種子や穂木は苗木生産事業者に配布され、約2年から3年かけて苗木に育て

²⁸ 枝打ちによって花粉量を減らすためには、樹冠上部の枝まで落とす必要があるが、そのような枝打ちは幹の成長を抑制するおそれがある。また、間伐は雄花量の多い個体を優先的に実施すれば、花粉量を削減できる可能性があるが、実際にそうした個体を判別しながら間伐を行うことは難しいと指摘されている（清野嘉之「スギ花粉発生源対策のための森林管理指針」『日本森林学会誌』92(6), 2010.12.1, p.312.）。

²⁹ 「スギ花粉発生源対策推進方針」（平成13年6月19日13林整保第31号、最終改正 平成30年4月1日29林整森第285号）2018.4.1. 林野庁ウェブサイト <https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/attach/pdf/suishin-1.pdf>

³⁰ 斎藤真己・寺西秀豊「無花粉（雄性不稔）スギ品種の開発」『日本花粉学会会誌』60(1), 2014.6, p.28.

³¹ 森林総合研究所林木育種センター「花粉症対策品種の開発—林木育種からのアプローチ—」2023.2. <<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/business/sinhijnnsyu/kafunsyotaisaku/documents/kafunsyo.pdf>>

³² 林木育種センター「林業用苗木のQ&A 確かな品種の苗木ができる仕組み」『林業新知識』789号, 2019.8, pp.11-12. また、同様の趣旨から、林業種苗法（昭和45年法律第89号）では、自然条件が似た区域内で苗木が育成・配布されるよう、スギ・ヒノキの種子や穂木、苗木の移動を制限している。

³³ 挿し穂による挿し木や接ぎ木で増殖し、人工的に生産された苗木（関岡監修 前掲注(15), p.168.）。

られた後、森林所有者等の手に渡り、山に植栽される³⁴。こうした事情から、花粉症対策品種の普及には一定の期間を要し、かつ、研究者や各都道府県、林業関係者の協力が不可欠となっている。

2 国や都道府県などによる取組

(1) 国による取組

国民的な広がりを見せる花粉症に対して、国は「関係省庁が一丸となって積極的に取組む必要のある疾病である」³⁵との認識を示し、総合的かつ一体的な対策を実施している。具体的には、文部科学省・厚生労働省・農林水産省・気象庁・環境省が協力して、花粉及び花粉症の実態把握、花粉症の原因究明、花粉症の対応策を行っている³⁶。林野庁が行っている花粉発生源対策は花粉症の対応策の一つに位置付けられている。

(i) 花粉発生源対策の基本方針

森林・林業施策の基本的な方針等を定める「森林・林業基本計画」（令和3年6月15日閣議決定）では、花粉発生源対策について、「スギ人工林等の利用を進めるとともに、花粉症対策に資する苗木の生産や植栽、広葉樹の導入による針広混交の育成複層林への誘導等により花粉の少ない森林への転換を図る。また、花粉飛散防止技術についても、その開発等を促進する」³⁷としている。引用文中の「花粉症対策に資する苗木」とは、花粉症対策品種の苗木及び「特定母樹」³⁸によって生産された苗木の総称である。また、花粉の少ない森林への転換については、「花粉症対策に資する苗木の生産増大に最優先で取り組み、スギの伐採跡地への植栽を促進」³⁹し、「条件不利地においては、伐採後の広葉樹の導入等を進め」⁴⁰としている。

(ii) 具体的な取組

林野庁は、花粉の少ない森林への転換を促進するため、花粉症対策に資する苗木の生産増大や花粉症対策品種等への植替えなどに取り組んでいる。

(a) 花粉症対策に資するスギ苗木の生産増大に向けた取組

少花粉スギ品種は平成8（1996）年度に初めて開発され、平成11（1999）年度から苗木の供給が開始された。しかし、平成17（2005）年度までの少花粉スギ品種の苗木の生産量は、年間3万本から9万本にとどまり、スギ苗木全体の1%にも満たない状況が続いていた⁴¹。こうした

³⁴ 星比呂志「林木育種センターにおける花粉発生源対策に資する品種開発への取組」『森林技術』913号、2018.4、pp.10-11。

³⁵ 「今期における花粉症に関する政府の取組み」（平成17年2月24日関係省庁了解）内閣府ウェブサイト <<https://www8.cao.go.jp/cstp/sonota/kentoukai/torikumi.pdf>>

³⁶ 環境省「花粉症環境保健マニュアル 2022」2022.3、pp.44-46。<https://www.env.go.jp/chemi/anzen/kafun/2022_full.pdf>

³⁷ 「森林・林業基本計画」（令和3年6月15日閣議決定）p.20。林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/plan/attach/pdf/index-10.pdf>>

³⁸ 特定母樹は、特に優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木であって、成長に係る特性の特に優れたものとして、「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」（平成20年法律第32号）に基づき、農林水産大臣が指定する樹木である。スギ・ヒノキの特定母樹の指定基準には、「花粉量が一般的なスギ・ヒノキのおおむね半分以下」であることが含まれている（「特定母樹」林野庁ウェブサイト <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/boju.html>>）。

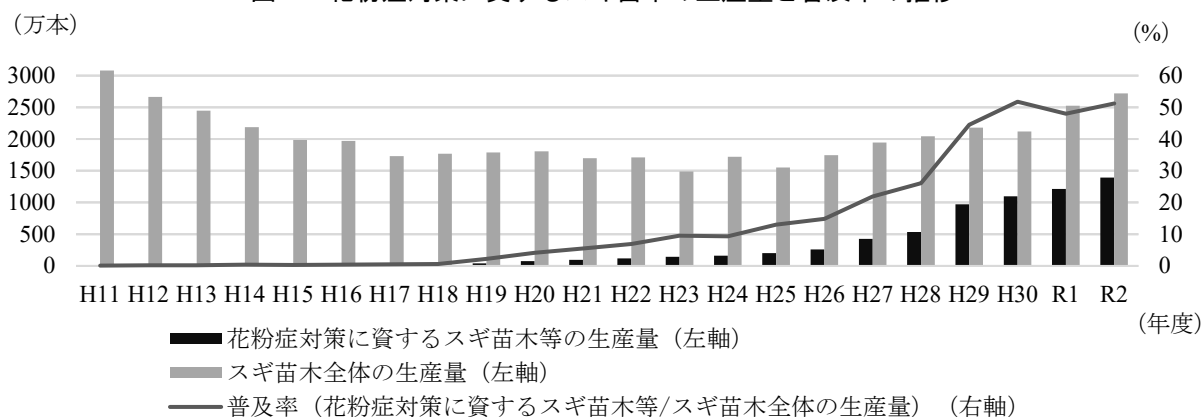
³⁹ 「花粉発生源対策「3本の斧」」林野庁ウェブサイト <https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/attach/pdf/ono-3.pdf>

⁴⁰ 同上

⁴¹ 花粉発生源対策プロジェクトチーム「花粉発生源対策の取組の評価と今後の検討方向」2007.7.5。林野庁ウェブサイト（国立国会図書館インターネット資料収集保存事業（WARP）により保存されたページ）<<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/261742/www.rinya.maff.go.jp/j/press/h19-7gatu/0705g.pdf>>

状況について、平成 19 (2007) 年に花粉発生源対策の加速化を図ることを目的として設置された林野庁の「花粉発生源対策プロジェクトチーム」⁴²では「花粉症対策品種の増産体制の確立」⁴³が課題とされた。これを踏まえ、平成 20 (2008) 年度からは「少花粉スギ苗木等の供給量を…(中略)…平成 29 年度にはおおむね 1000 万本に増大させる」⁴⁴という目標の下、林野庁は通常の採種園に比べて種子生産までの期間を短縮することができる「ミニチュア採種園」⁴⁵等の整備、苗木生産施設の整備、効率的な苗木生産が可能となるコンテナ苗の生産・利用の拡大を各都道府県と協力して進めてきた⁴⁶。その結果、花粉症対策に資するスギ苗木の生産量は、目標年である平成 29 (2017) 年度には 971 万本まで増加し、さらに、令和 2 (2020) 年度には 1393 万本とスギ苗木全体の 51.2%を占めるまでに至っている(図 3)。林野庁は、花粉症対策に資するスギ苗木の更なる普及を目指し、「平成 44 [令和 14] 年度までに花粉症対策に資するスギ苗木の我が国全体のスギ苗木の年間生産量に占める割合を約 7 割に増加させる」⁴⁷([] 内は筆者補記) という新たな目標を掲げている。

図 3 花粉症対策に資するスギ苗木の生産量と普及率の推移



(注) 平成 29 (2017) 年までは花粉症対策品種のスギ苗木、平成 30 (2018) 年からは花粉症対策に資するスギ苗木の生産量を集計。

(出典) 「花粉の少ない苗木生産量について」林野庁ウェブサイト <https://www.rinya.maff.go.jp/sin_riyou/kafun/naegi.html> を基に筆者作成。

⁴² 国民からの花粉発生源対策の充実・強化への要請が高まっていたことを受け、平成 19 (2007) 年 4 月に設置され、それまでの花粉発生源対策の評価と抜本的対策のあり方についての検討を行った(「花粉発生源対策プロジェクトチーム」の設置について) 2007.4.6. 林野庁ウェブサイト(国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP)により保存されたページ) <<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1166555/www.rinya.maff.go.jp/puresu/H19-4gatu/0406kahun-pt.html>>。

⁴³ 「今後の花粉発生源対策の推進方策について—花粉発生源対策プロジェクトチーム検討報告—」2007.8.31. 林野庁ウェブサイト(国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP)により保存されたページ) <https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1166555/www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/pdf/070831_6.pdf>

⁴⁴ 同上

⁴⁵ 従来の採種園に比べて、採種木の樹高が低く、植栽間隔が狭いなど規模を縮小した採種園。ミニチュア採種園では、人為的に着花をコントロールすることによって、造成から 4 年程度で種子生産を開始することができる(黒沼幸樹「次世代型の採種園「ミニチュア採種園」」『みどりの東北』130 号, 2015.1, p.7. (国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP)により保存されたページ) <https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11094189/www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/koho_si/attach/pdf/index-169.pdf>。

⁴⁶ 「Topics 花粉発生源対策」『林野』95 号, 2015.2, pp.10-11.

⁴⁷ 「スギ花粉発生源対策推進方針」前掲注(29)

(b) 花粉症対策品種等への植替えの促進

林野庁は、森林施業⁴⁸によって花粉量を削減する取組として、平成2（1990）年から雄花量に着目した間伐などを推進していたが⁴⁹、前出の花粉発生源対策プロジェクトチームでは「森林施業面から花粉発生源対策の加速化を図るためには、少花粉スギ品種への更新や針広混交林等への誘導を積極的に進めることが不可欠」⁵⁰とされた。これを踏まえ、平成20（2008）年度から平成22（2010）年度までの3年間、花粉症患者の多い首都圏等に影響を与えるスギ林を対象に、伐採や植替えに対する協力金及び奨励金を交付する事業が行われた⁵¹。しかし、木材価格の低下等によって、森林所有者の林業経営意欲が大きく減退していた中で、同事業の実施のために造成された基金（花粉の少ない森林づくり資金）の活用は極めて少なかったとされる⁵²。

その後、森林資源の充実などを背景に「林業の成長産業化」政策⁵³が進められる中で、森林資源の循環利用⁵⁴に資する施策として、花粉の少ない森林への転換が本格的に推進されるようになり⁵⁵、平成27（2015）年度からはスギ人工林等の花粉発生源となる立木の伐倒⁵⁶・除去及び花粉症対策品種の苗木等の植栽に対する支援が⁵⁷、さらに、平成28（2016）年度からは木材加工業者等が森林所有者に対して行う植替えの働きかけ等に対する支援が行われている⁵⁸。

(2) 都道府県などによる取組

各都道府県は、林野庁が策定した「スギ花粉発生源対策推進方針」⁵⁹を踏まえ、花粉発生源対策を実施している。また、花粉発生源対策に関する独自の計画を策定し、植替え面積に関する数値目標などを定め、中長期的に対策を推進している県もある⁶⁰。

⁴⁸ 植栽（植林）・下刈り・除伐・間伐・伐採等の森林に対する何らかの人為的働きかけの総体（関岡監修 前掲注(15), p.351.)。

⁴⁹ 藤原己一「スギ花粉対策」『森林と肥培』145号, 1990.9, pp.11-12.

⁵⁰ 花粉発生源対策プロジェクトチーム 前掲注(41)

⁵¹ 具体的には、皆伐の場合は20万円/haを、針広混交林等への誘導のための伐採の場合は10万円/haを森林所有者又は素材生産業者に交付する制度であった（林野庁計画課「花粉の少ない森林づくり対策事業」の概要について『森林組合』453号, 2008.3, pp.4-7.)。

⁵² 第180回国会参議院農林水産委員会会議録第4号 平成24年3月28日 p.13. <<https://kokkai.ndl.go.jp/#/detail?miId=118015007X00420120328&spkNum=93¤t=-1>>

⁵³ 「林業の成長産業化」政策の経緯や内容については、田仲絢子「「林業の成長産業化」政策の経緯と課題」『調査と情報—ISSUE BRIEF—』No.1054, 2019.5.7. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11276508_po_1054.pdf?contentNo=1> を参照されたい。

⁵⁴ 「植える、育てる、使う、植える」というサイクル（林野庁『平成26年度 森林・林業白書』2015, p.8. <<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/26hakusyo/pdf/5hon1-1.pdf>>）。

⁵⁵ 「「日本再興戦略」改訂2015」（平成27年6月30日閣議決定）p.167. 首相官邸ウェブサイト <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai2_3jp.pdf>

⁵⁶ 立木を切り倒す行為・作業。なお、「伐採」は木や竹を伐倒し、収穫する作業・行為を指す（関岡監修 前掲注(15), pp.585-586.)。

⁵⁷ 「森林整備事業のあらまし 美しい森林づくり基盤整備交付金、農山漁村地域整備交付金」林野庁ウェブサイト <https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/zourinkikaku/attach/pdf/shinrinseibi_aramashi-13.pdf>

⁵⁸ 具体的には、植替えの働きかけを行った木材加工業者等に対して12万円/haを、植替えを行った森林所有者に対して最大45万円/haを交付する（「花粉症対策苗木等への植替促進事業費補助金交付要綱」愛媛の森林基金ウェブサイト <https://www.emk.jp/cms/wp-content/uploads/2023/01/20220526_01_r4_kafunshoutaisaku.pdf>）。同事業の支援によって、植え替えられた面積は年間70ha前後（令和元（2019）～令和3（2021）年度）となっている（「令和4年度行政事業レビューシート（農林水産省）事業番号0247 花粉発生源対策推進事業」<https://www.maff.go.jp/j/budget/review/r4/f/04_bunya19.html>）。

⁵⁹ 「スギ花粉発生源対策推進方針」前掲注(29) 都道府県や市町村による花粉発生源対策の関連施策の実施に当たって技術的助言等を定めたもの。

⁶⁰ 神奈川県環境農政局緑政部森林再生課「神奈川県花粉発生源対策10か年計画」2018.3. <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/25281/180906_henkou.pdf>

(i) 花粉症対策品種の開発・普及

都道府県の林業研究機関は、花粉症対策品種の開発や、先述のとおり、苗木生産用の種子や穂木の生産及び配布を行っている⁶¹。令和3(2021)年度時点で、北海道と沖縄を除く全ての都府県で無花粉スギ品種又は少花粉スギ品種の採種園や採穂園が造成されており⁶²、首都圏を中心にスギ苗木の全量が花粉症対策品種となっている都県もある⁶³。特に全国に先駆けて無花粉スギ品種の開発・普及が進められた富山県では、令和2(2020)年度には新たに植えられるスギの全てが無花粉スギ品種に置き換わっている⁶⁴。

(ii) 花粉の少ない森林への転換の推進

花粉の少ない森林への転換を推進するため、多くの都府県で独自の支援が行われている。例えば、東京都は森林所有者からスギ・ヒノキの立木を買い取って伐採し、花粉症対策品種の植栽や保育に係る費用の支援などを行っている⁶⁵。このほか、少なくとも20の府県で花粉症対策品種への植替えに対する補助が行われている⁶⁶。また、東京都・栃木県・宮崎県・大分県は、花粉の少ない森林への転換を進める事業に係る費用に、市民や企業による寄附金を活用している⁶⁷。

(iii) 広域連携による取組

花粉は県境を越えて飛散することから、一部の地域では、近隣の都県等の連携によって、広域的な花粉発生源対策が進められている。具体的には、東京都を含む関東の9都県市⁶⁸は「九都県市花粉発生源対策10か年計画」⁶⁹を策定し、各都県の花粉症対策に資する苗木の供給量に過不足が生じないように、広域的な苗木の需給調整を進めるなど、共同して花粉発生源対策に取り組んでいる。また、中国地方の5県⁷⁰は、少花粉品種の苗木等の生産技術の向上に関する情報の共有や苗木の相互融通などを行っている⁷¹。

III 花粉発生源対策の課題

以上のように、国や都道府県などによって花粉発生源対策が行われているものの、対策による効果が現れるまでには長い時間を要する。より確実かつ早期の花粉量の削減に向けては、以

⁶¹ 各都道府県における花粉症対策品種の開発や普及に関する取組などをまとめた資料として、渡辺敦史ほか編『各都道府県の林業・林産業と遺伝育種の関わり』森林遺伝育種学会、2022がある。

⁶² 森林総合研究所林木育種センター「林業用の樹木における開発品種等の最新情報」2022.6, pp.16-17. <<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/documents/hinsyu.pdf>>

⁶³ 森林総合研究所林木育種センター編『林木育種の実施状況及び統計 2021年版』2021, pp.62-63.

⁶⁴ 斎藤真己「富山県における優良無花粉スギ「立山 森の輝き」の普及の現状と今後の展望」『森林技術』959号, 2022.3, p.12.

⁶⁵ 東京都農林水産振興財団花粉対策室「あなたの山にあるスギ・ヒノキを生かしませんか」2021.6. <<https://www.tokyo-aff.or.jp/uploaded/attachment/10394.pdf>>

⁶⁶ 全国知事会花粉発生源対策推進プロジェクトチーム「花粉発生源対策の推進に向けた調査報告書(案)」(第3回花粉発生源対策推進プロジェクトチーム会議 資料1) 2022.5.23, p.23. <https://www.nga.gr.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/2/220523_kafun_3_chousahoukokusho.pdf>

⁶⁷ 「花粉の少ない森づくり募金」東京都農林水産振興財団ウェブサイト <<https://moridukuri.tokyo/donation/>>; 「企業の森」同 <<https://moridukuri.tokyo/forest/>>; 「少花粉スギ植え替え促進 栃木県、タマホームと協定」『産経新聞』(電子版) 2017.11.16.

⁶⁸ 東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市。

⁶⁹ 「第2期九都県市花粉発生源対策10か年計画」2018.3. 神奈川県ウェブサイト <<https://www.pref.kanagawa.jp/documents/25281/kyuutodaini.pdf>>

⁷⁰ 鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県。

⁷¹ 「広域連携各都府県取組状況」(中国地方知事会令和4年度第2回知事会 資料3) 2022.10.21, pp.3-4. 島根県ウェブサイト <<https://www.pref.shimane.lg.jp/admin/seisaku/tijikai/cyugoku/R4dai2kai.data/kouikirenkei.pdf>>

下のような課題がある。

1 花粉症対策に資する苗木の更なる普及

(1) 苗木供給体制の強化

先述のとおり、花粉症対策に資するスギ苗木の全国レベルでの普及率は増加しているが、地域別の普及率には大きな差がある。花粉症対策品種の開発が全国に先駆けて行われた関東地方や、近年、花粉症対策に資するスギ苗木の生産量が増加している九州地方では、普及率が70%を超える一方で、東北地方・中国地方・四国地方における普及率は10%以下にとどまっている⁷²（平成30（2018）年度時点）。普及率に地域差が生じている理由として、花粉症対策に関する温度差⁷³や一部地域における苗木生産体制の整備の遅れなどが考えられる。近年になって、採種園や採穂園の整備が進められ、花粉症対策に資するスギ苗木の供給が開始された又は開始される予定の府県も見られるが⁷⁴、現状では、需要量に対して供給量が不足している地域もある⁷⁵。安定的な苗木供給量の確保に向け、各地域での本格的な苗木生産の開始が待たれるほか、首都圏や中国地方で行われているような広域での苗木の需給調整の実施が期待されている⁷⁶。

(2) 無花粉品種の開発・普及

花粉量を確実に削減するためには、花粉症対策品種の中でも無花粉品種を利用することが望ましい。しかし、現在普及している花粉症対策品種のスギ苗木の多くは少花粉品種であり、無花粉品種の苗木の供給は一部の地域に限られている⁷⁷。そもそも、林業用の無花粉スギ品種の開発には長い時間を要するため、利用可能な段階にある品種が少ない⁷⁸。また、無花粉スギ品種の苗木生産には、一般の苗木生産に比べて多くのコストや労力がかかる⁷⁹。これらの課題を解決するため、近年、無花粉スギを容易に選別する技術や細胞培養によって苗木を生産する技術が開発された⁸⁰。新たな技術の利用によって、各地で無花粉スギ品種の開発・普及が加速することが期待されている。

⁷² 地域別の花粉症対策に資するスギ苗木の普及率は、北海道は0%、東北地方は4%、関東地方は72%、中部地方は46%、近畿地方は28%、中国地方は5%、四国地方は4%、九州地方は79%である（林野庁森林利用課「林野庁における花粉発生源対策について」（全国知事会第1回花粉発生源対策推進プロジェクトチーム会議 資料）2020.8.26, p.9. <<https://www.nga.gr.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/2/03rinyachou.pdf>>）。

⁷³ 齋藤央嗣・渡辺敦史「林木育種による花粉症対策—その成果と検証—」『森林遺伝育種』3(2), 2014.4, p.82.

⁷⁴ 森林総合研究所林木育種センター 前掲注(62), pp.16-17.

⁷⁵ 全国知事会花粉発生源対策推進プロジェクトチーム 前掲注(66), p.5; 全国山林種苗協同組合連合会「全苗連だより」95号, 2022.3.30, pp.1-2. <<http://www.zenbyouren.or.jp/wp/wp-content/uploads/2017/12/2022・全苗連だより-3月号.pdf>>

⁷⁶ 全国知事会「花粉発生源対策の推進に向けた提案・要望」2022.7.28, p.2. <https://www.nga.gr.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/2/220801_kafun_teigen.pdf>

⁷⁷ 高橋誠「特集「無花粉スギの普及拡大に向けた技術開発」について」『森林遺伝育種』10(2), 2021.4, p.95.

⁷⁸ 令和3（2021）年度末時点で、森林総合研究所林木育種センターによって開発された品種は、少花粉スギ品種が147種であるのに対し、無花粉スギ品種は18種である（「花粉症対策品種一覧（令和3年度末現在）」森林総合研究所林木育種センターウェブサイト <<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/business/sinhijnnsyu/kafunsyotaisaku/documents/kafunichiran.pdf>>）。なお、このほかに都道府県で独自に開発された品種がある。

⁷⁹ 無花粉の性質は潜性（劣性）遺伝するため、外部花粉を遮断した状態で無花粉の遺伝子を持つ個体を利用した交配を行う必要がある上に、生産された苗木の半分は花粉を生産するため、無花粉の苗木のみを選別する必要がある（高橋 前掲注(77), p.95.）。

⁸⁰ 「無花粉スギの苗木だけを量産する革新的技術を開発」2022.2.28. 森林総合研究所ウェブサイト <<https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2022/20220228/index.html>>

(3) 森林所有者の協力

花粉症対策品種の需要に関する課題として、森林所有者の中には開発されてから日が浅い花粉症対策品種に対して、品質への不安があることが指摘されている⁸¹。長期にわたる林業の成果を左右する品種の選択は極めて重要であり、慎重にならざるを得ない⁸²。しかし、実際には、少花粉品種や低花粉品種はこれまでも林業に利用されてきた実績のある品種から選ばれているため、従来の品種に比べて成長や材質が劣ることはない。このような性質に関する理解の醸成に向けた啓発活動とともに、より林業上求められる性質にも優れた、魅力的な花粉症対策品種の開発が待たれる⁸³。

2 国産材の利用拡大による伐採や植替えの促進

花粉症対策品種の開発・普及が進む一方で、肝心のスギ・ヒノキの植替えは進んでいないと指摘されている⁸⁴。先述のとおり、森林が有する機能を保持するという観点から、植替えを一挙に進めることは行うべきではないが、現在の伐採ペースでは、スギ・ヒノキ人工林の大半が花粉症対策品種等となるには数百年かかる⁸⁵。伐採が進まない原因として、木材価格の低迷が続いていることや林業の担い手が不足していることなどが指摘されている⁸⁶。先述のとおり、行政による植替えへの支援も行われているが、これらの問題を根本的に解決するためには、林業の再生が不可欠であると指摘されている⁸⁷。そのためには、林道の整備や機械化による林業の生産性の向上、国産材の新たな需要の開拓、森林の所有者や境界の明確化、労働災害率の低減と労働者の待遇改善など、日本の林業が抱える様々な課題に取り組む必要がある⁸⁸。

3 花粉飛散防止剤の実用化

このように、伐採や植替えには大きな壁がある中で、花粉量を削減する新たな手法として、前述(Ⅱ1(1))した花粉飛散防止剤の実用化に期待が寄せられている。森林総合研究所や東京農業大学は、スギの雄花を枯死させ、花粉の飛散を防止する薬剤をそれぞれ開発しているが、実用化に向けては、広大なスギ・ヒノキ人工林における効率的な散布方法や薬剤の量産方法の確立、環境や人への安全性の確認が課題となっている⁸⁹。また、これらの薬剤を実際に散布する段階では、森林所有者や地域住民の理解を得ることが課題になると指摘されている⁹⁰。

⁸¹ 「少花粉スギ：伸び悩み 木材の需要減／品質が不安」『毎日新聞』2019.2.23, 夕刊。

⁸² 田島正啓「第12章 林業種苗対策」堺正紘編著『森林政策学』日本林業調査会, 2004, p.145。

⁸³ 今後は精英樹よりも更に優れた第2世代精英樹からの少花粉品種の選抜が進められる予定である(高橋誠「花粉症対策に向けた林木育種の取組」『森林技術』959号, 2022.3, p.5)。

⁸⁴ 「花粉症の対策 林業不振が壁 スギ新品種へ植え替え進まず 国産木材の活用拡大カギ」『日本経済新聞』2019.2.11。

⁸⁵ 例えば、平成28(2016)年度に東京都、神奈川県、埼玉県において花粉症対策品種や広葉樹に植え替えられたスギ・ヒノキ人工林の面積は合計で351haであり、単純に計算すると、1都2県に存在する約12万haのスギ・ヒノキ人工林を植え替えるには約350年かかるとされている(第196回国会衆議院農林水産委員会議録第3号 平成30年3月20日 p.13. <<https://kokkai.ndl.go.jp/txt/119605007X00320180320/84>>)。

⁸⁶ 「スギ人工林 県総面積の1割超 価格低迷、担い手不足 整備や管理各機関連携」『上毛新聞』2019.2.25; 「東京都の花粉症対策」『環境新聞』2019.1.23。

⁸⁷ 平英彰「スギ花粉症対策にはスギ材需要の拡大が必要」『木材情報』167号, 2005.4, p.19。

⁸⁸ 久保山裕史「日本の森林・林業の現状と課題」『木材工業』896号, 2021.11, pp.410-415。

⁸⁹ 高橋 前掲注(27), pp.22-23; 「(科学の扉)花粉飛ばぬ日、夢見て ゲノム編集・雄花枯らす葉…普及へは課題多く」『朝日新聞』2019.4.1。

⁹⁰ 『朝日新聞』同上; 濱野紗妃「花粉飛散防止剤の散布試験でドローンが活躍」2020.3.2. ドローンジャーナルウェブ サイト <<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1182945.html>>

おわりに

ここまで、スギ・ヒノキ人工林における花粉症対策の取組の現状と課題について、確実に花粉量を削減することが期待される伐採や花粉の少ない品種への植替えを中心にその課題を紹介した。ただし、これらの課題に取り組んでもなお、短期間で花粉量を大幅に削減することは困難であると考えられる。また、花粉症の発症メカニズムは完全には解明されておらず、どの程度花粉量を減らせば、花粉症の発症を抑制することができるのか予測することも難しい⁹¹。しかし、花粉症が社会問題化してから30年以上が経過する中で、国や都道府県などの取組によって、花粉症対策に資する苗木の生産量は飛躍的に増加し、また、国内のスギ・ヒノキ人工林は本格的な利用期を迎え、伐採や植替えを本格的に実行する環境は整ってきた。林業を取り巻く状況は依然として厳しいが、数十年・数百年かかる息の長い取組になるという認識の下、各地域において花粉の少ない森林への転換が進められている⁹²。将来の森林を見据え、その時々で実施可能な取組を今から着実にやっていくことが求められている。

⁹¹ 新田裕史「科学技術動向研究 我が国における花粉症対策の展望」『科学技術動向』59号, 2006.2, p.16.

⁹² 「100年後 花粉ない春に」『日本経済新聞』2018.4.23; 「少花粉スギ、広がれ 県林業技術センター、種子採取軌道に」『朝日新聞』（茨城版）2014.2.28.