

花粉を飛ばさないスギ、無花粉スギと第68回全国植樹祭

富山県農村医学研究所 寺西秀豊, 劔田幸子, 吉田稔
 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 斎藤真己
 法政大大学院公共政策研究科 寺西宏太郎

1. はじめに

第68回全国植樹祭が、2017年5月28日「かがやいて水・空・緑のハーモニー」をテーマに、富山県魚津市の桃山運動公園を主会場に開催された。植樹祭では、富山県が開発した優良無花粉スギ「立山森の輝き」が天皇陛下によるお手植えの苗木となった。無花粉スギが最初にお手植えされたのは、2010年に神奈川県で開催された第61回全国植樹祭である。そのため今回、無花粉スギが7年ぶり2回目の植樹祭お手植えの苗木となった。「無花粉スギ」は富山県で最初に発見されたので、地域的な試みとの印象を持たれることが多い。国土緑化運動の中心的行事である全国植樹祭のお手植えの苗木となったことは無花粉スギの存在とその意義を全国へ本格的に発信する良い機会になったといえよう。

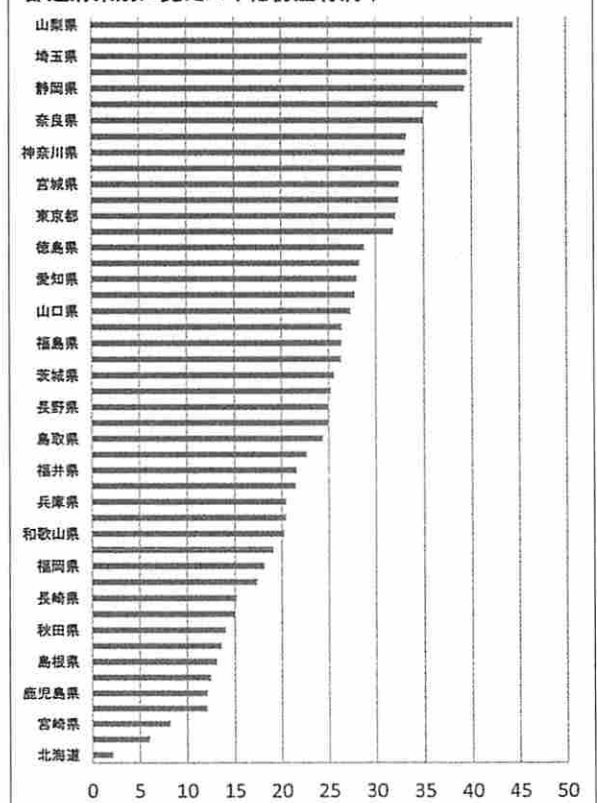
本論文では、無花粉スギの歴史を振り返りながら、無花粉スギとは何か、花粉症予防とのかかわりや、今後の課題等について若干考察し、今後の無花粉スギの活用と全国的普及の一助としたい。

2. スギ花粉症の増加

春先になるときまって出てくるくしゃみ、鼻水、鼻づまり、眼のかゆみ、そんな症状に悩まされる人びとが増加している。原因はスギ花粉症である。春になるとスギ花粉が飛散し花粉症が引き起こされる。今では誰でも知っているが、むかしは花粉症という病気は、無かったと考えられている。日本人が花粉症にかかるようになってきたのは、1960年代から¹⁾で、現在、国民の26.5%が

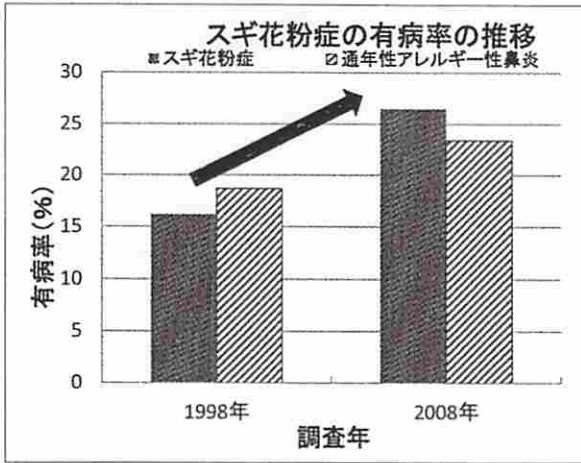
花粉症に罹患しており、地域によっては有病率が40%以上で、国民病ともいわれている(図1)。その上、スギ花粉症有病率は年々増加²⁾してきている(図2)。スギ花粉症の有病率には地域差が大きく、スギの無い、北海道や沖縄にはほとんどスギ花粉症はない。このことは、花粉症増加に、森林など環境要因が深く関わっていることを示している。

都道府県別に見たスギ花粉症有病率



(出典：鼻アレルギー診療ガイドライン2016より作成)

図1. スギ花粉症有病率の地域差



(出典：鼻アレルギー診療ガイドライン 2016 より作成)

図2. 花粉症有病率の推移
(1998年から10年間に約10%増加している)

3. スギ花粉症の増加の背景

花粉症は、なぜ増加してきているのか？治療法

や予防対策はあるのか？少し考えてみたい。

スギ花粉総飛散数の年次推移（1983年～2016年）を図3に示した。スギ花粉総飛散数は年次変動が大きいものの、全体として増加傾向を示していることがわかる。花粉飛散期間も長くなってきている（図4）。

4. 無花粉スギの発見

空中花粉や花粉情報のあり方について研究する組織として、富山県を中心に1989年に花粉症研究会³⁾がつけられた。研究会のメンバーであった平 英彰博士（元新潟大学教授）は、富山県内スギ林から雄花を採取し開花実験を行っていた。スギ花粉飛散開始を正確に予測するには、スギ雄花のついた枝を人工気象器内で10℃と15℃の条件で培養し、短い棒で雄花をたたき、花粉の飛散

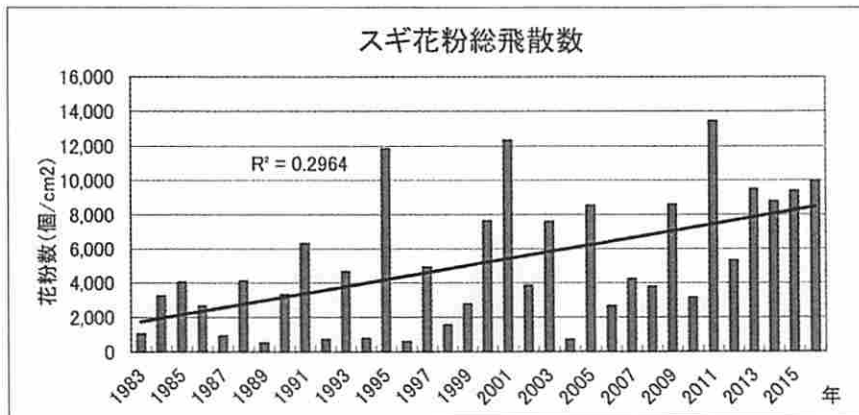


図3. スギ花粉総飛散数の年次推移（1983年～2016年、富山大学）

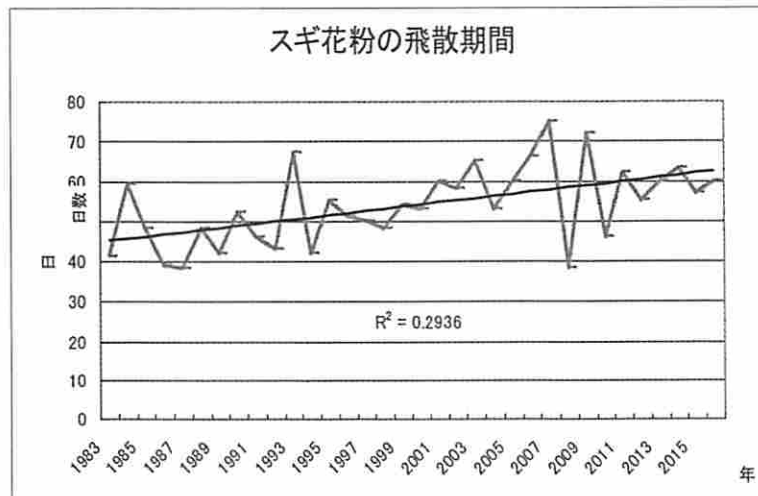


図4. スギ花粉の飛散期間の年次推移（1983年～2016年、富山大学）

状況を毎日観察することが大切になる。平博士はこの花粉飛散の実験中に花粉を全く飛ばさないスギの枝の存在することを偶然発見⁴⁾した。1992年のことである(表1)。このスギは、外見上、普通のスギと変わらない雄花をつくるのだが、花粉が飛び散ることはなかった。富山大学公衆衛生学教室と協力して、このスギの雄花の内部を研究すると、雄花内部で花粉の基となる花粉母細胞の発育が途中で停止し、最終的には全ての花粉粒が崩壊することが分かった。

その後の研究により、花粉を飛散させない性質(無花粉)は、人為的に形成されたものではなく、自然界で発生した一種の遺伝的変異(突然変異)であることが明らかになった⁵⁾。こうした無花粉になる形質は、広く自然界に存在し、様々な栽培植物にも発見⁶⁾されており、学術的には「雄性不稔」と呼ばれている。しかしながら、スギなど針葉樹に雄性不稔が存在することは、これまでに報告されておらず、この発見は花粉症予防に応用可能と考えられた^{7,8)}。

無花粉スギの実用化を図るためには、無花粉(雄性不稔性)の遺伝様式を明らかにする必要がある。無花粉スギは、雄花に花粉ができないが、雌花の方は正常で、他のスギ花粉が無花粉スギの雌花に付くと、正常な種子を付け、その種子は発芽する。

表1. 日本における花粉症の歴史

年	事項
1900	日本には花粉症はほとんど無かった。
1910	
1920	
1930	花粉症を一般市民向けに紹介(1938年, 今関六也, 東京科学博物館)
1940	
1950	日本植物の花粉出版(1956年, 幾瀬マサ)
1960	ブタクサ花粉症の研究報告(1960年, 荒木英育)
1960	空中飛散花粉の観察開始(1960年, 国立相模原病院)
1960	スギ花粉症を発見(1964年, 齋藤洋三)
1960	アレルギーを媒介するIgE 発見(1967年, 石坂公成とJohansson)
1970	ブタクサ花粉症の疫学像報告(1978年, 寺西秀豊)
1980	「花粉情報」始まる(1987年, 京都)
1980	「花粉症研究会」発足(1989年)
1990	不稔スギ(無花粉スギ)を発見(1992年, 平英彰)
2000	花粉の少ないスギ開発(森林総合研究所)
2001	特定非営利活動法人 花粉情報協会発足
2004	神奈川無花粉スギ不稔一号発見
2007	無花粉スギ、「はるよこい」開発
2008	無花粉スギ、「爽意(そうしゅん)」開発
2010	第61回全国植樹祭(神奈川県)
2012	優良無花粉スギ「立山森の輝き」の普及開始
2014	スギ花粉症の舌下免疫療法開始
2017	第68回全国植樹祭(富山県)

その結果、無花粉スギとなる雄性不稔遺伝子はメンデルの遺伝法則に従う劣性遺伝であること⁹⁾が明らかにされた。

5. 無花粉スギの品種改良

無花粉スギを普及させるには、材質等が優良な性質を保持していることが求められる。富山県では以下のような2種類の無花粉スギが開発され、苗が普及されている。

(1) 無花粉スギ「はるよこい」: さし木に適した無花粉スギ

発見された無花粉スギ母樹は、さし木の発根率が低く、生育特性も不明であった。そこで、無花粉スギ母樹から自然交配で得られた種子を7年間育成し、この集団から成長に優れたスギ個体を選抜した。この個体は、①花粉が無い、②初期成長がよい、③さし木の発根能力が高いといった特徴があり、全国公募により「はるよこい」と命名され、2007年に品種登録された¹⁰⁾。

(2) 優良無花粉スギ「立山 森の輝き」: 種子から育てる精英樹由来の無花粉スギ

成長や材質などで遺伝的に優れた無花粉スギ品種を作出するためには、全国各地の主要品種や精英樹の中から雄性不稔遺伝子を保有したスギを探索し、それらを交配親として利用することが望ましい。富山県森林研究所の調査で、小原13号(富山県)、珠洲2号(石川県)が雄性不稔遺伝子をヘテロ型(Aa)で保有していることが明らかになった。無花粉の個体(F₁小原13)と珠洲2号(Aa)を交配し、50%の頻度で得られる無花粉スギ苗を「立山 森の輝き」と名付け、2012年から造林用として普及¹¹⁾し始めた(表1)。

6. 無花粉スギの普及

無花粉スギが発見されてから20年以上が経過し、品種改良され、優良な無花粉スギとして普及¹²⁾されるようになった。「無花粉スギ」は富山県内の再造林で積極的に活用され、平成24～28年の5年間で約9万本が植林された。しかし、富山県以外の取り組みは、必ずしも十分でなく、正に



図5. 無花粉スギを植えた圃場

これからという状況である。今後の啓発により、多くの人々に、無花粉スギの花粉源対策に果たす役割や意義を知ってもらうことが大切である。特に、これから数十年はスギ花粉の急激な増加時期に当たっており、それにとまなうスギ花粉症の急増に対抗しうる花粉源対策が大切になる。

日本には各地に特色あるスギ品種が存在する。「無花粉スギ」との交雑でその土地に適した無花粉スギ品種をつくるのが可能となる。日本のスギ林を破壊せず花粉源を少なくする対策が出来るわけである。日本の里山やスギ林は多くの人びとの長年の努力によって作り出されたものである。そうした貴重な自然文化を守る観点から無花粉スギは活用されるべきである。

7. 無花粉スギに関する意識調査

森づくりや街づくりにとって、地域の人びとがどのような意識状態か知ることは大切である。富山県医師会花粉症対策委員会ではスギ花粉症患者にたいして、2007年に無花粉スギに関する意識調査を実施¹³⁾した。

アンケート調査に協力した花粉症患者数は3,837人であった。無花粉スギの認知度については図6に示した。「知っている」の回答者数は2,091人(54.6%)で、「知らない」と答えた1,720人(44.8%)より多く、過半数以上を占めていた。

無花粉スギの利用法については、図7に示した。回答者のうち2,101人(58.7%)が森への植林が最も良いと答えており注目される。次いで、1,047

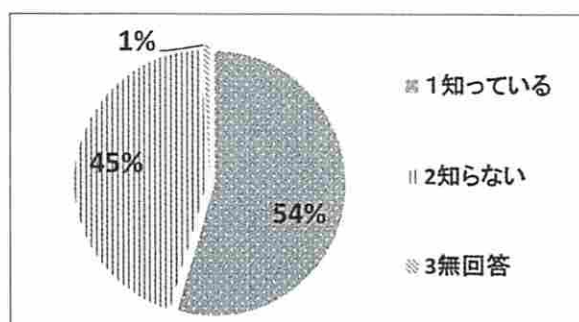


図6. 無花粉スギの認知度

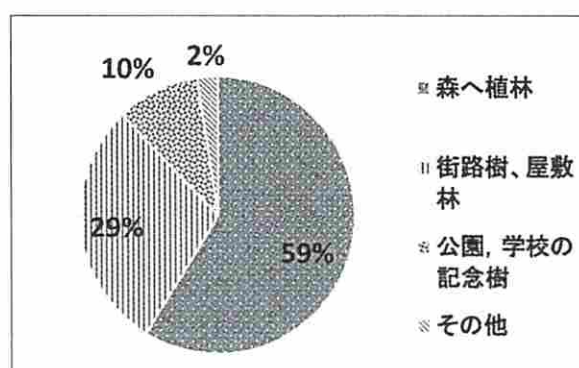


図7. 無花粉スギの利用法

人(29.2%)が街路樹、屋敷林、生垣など身近な場所への利用をあげていた。公園、学校などの記念樹としての利用は347人(9.7%)であった。森への植林については、スギ林は広大なので、植え替えるには時間がかかるが、花粉源対策として、今後の成果が期待される。

以上のように、スギ花粉症患者においては無花粉スギに関して認知度は2007年時点ですでに過半数を占めており、その後も向上してきているものと思われる。しかし、花粉症患者以外の一般の人々がどのように認識しているかは不明である。今後、無花粉スギの意義や利用法について、更なる啓発活動を行い、花粉症患者以外の県民の意見をふまえた、コンセンサス作りが求められている。

8. 今後の課題

1) 花粉症、予防治療対策の総合化

花粉症対策を総合的に推し進めるには、様々な取り組みが期待されている。第1に、空中花粉調査の継続普及と充実である。花粉症診療のガイドラインには、花粉飛散量を予測した初期療法が推

奨¹⁴⁾されているが、最新の気象学の方法論を取り入れ、天気予報のように数日～数週後の花粉飛散を正確に予想することも期待される。どのような種類の花粉が、どの程度空中に飛ぶと、どの程度の人々に花粉症が起きるか明らかにする必要もあるだろう。今後は地球温暖化¹⁵⁾や黄砂現象などとの係りも重視すべきである。第2は、花粉暴露防止には、無花粉スギ活用だけでは当分の間は十分な効果は期待できない。マスクやメガネの改良など個人レベルの防御だけではなく、公共の場で、花粉を少なくするために、空気清浄や空中花粉モニタリングなどの実施が検討されて良いだろう。第3に花粉症の予防治療であるが、最近の医学の進歩には著しいものがある。特にスギ花粉エキスをを用いた舌下免疫療法¹⁶⁾は注目に値する。治療には長期間かかるが、従来の減感作療法のような注射は不要で、免疫学的な根治療法につながる可能性がある。

2) 花粉症の社会化と公共対策

スギ花粉症を社会全体の問題¹⁷⁾としてとらえ、問題解決のあり方を検討する必要がある。スギ花粉問題は戦後のスギ拡大造林により、花粉が増加している¹⁸⁾わけである。林野庁も対策に取り組んできているが、いまなお従来型のスギ植栽も行われている。

議員立法により、平成26年6月20日に「アレルギー疾患対策基本法」が成立し、平成26年に公布され、平成27年12月に施行された。今後の自治体や関連機関のアレルギー疾患対策の一層の推進に期待される。

3) 自然の安定性と遺伝的多様性維持

無花粉スギは富山だけではなく、全国各地で発見されてきている。スギ林において注意深く観察すると、数千本に1本程度発見される⁹⁾。無花粉スギになる雄性不稔性遺伝子としては、現在4種類の遺伝子座が特定されている。これらの無花粉スギのデータに関しては、データベース¹⁹⁾が作成され公開されている。今後、それぞれの無花粉

スギの特性を詳細に研究し、花粉症対策へ活用することが期待されている。無花粉スギを活用した森をつくるには、病虫害や気候変動に強い、生態学的に安定したものにする必要がある。そのためには、スギの遺伝的多様性確保が今後の課題となる。

4) 花粉展と健康教育

2016年12月23日～2017年3月20日に、国立科学博物館（東京・上野公園）において企画展「花粉と花粉症の科学」が開催²⁰⁾された。富山県で開発された無花粉スギに関する学術的意義が全国に紹介されたことは、有意義なこととして特筆に値する。今後もこうした取り組みが必要とされている。花粉症に関する系統的啓発や健康教育を更に身近なものにし、健康増進のために様々な立場の人々が協力する必要性がある時代と言えそうである。

5) 長期的展望の必要性

「雄性不稔スギとは何か」という学術的問題を継続的に深めていく必要がある。オーストラリアの花粉研究者Ed Newbigin博士が話してくれたが、スギ雄性不稔は自家不和合性(self-incompatibility)に近い性質とも考えられる。自家不和合性は自分の花粉が雌花についても種子が出来ない遺伝的性質のことである。自分の花粉で種子が出来ないと、外部の他の個体との交雑可能性が高まり、遺伝的に多様な優れた性格が形成されることになる。進化的にみると、そうした性質は植物の増殖や広がり成功要因²¹⁾の一つと考えられるという。雄性不稔スギは花粉をつくれないう欠陥品と見ると、「不自然なスギ」との印象がもたれることも多い。無花粉スギは決して不自然なものではない。無花粉スギの見方の転換、論理の転換は今後の無花粉スギ植樹に良い積極的な影響を及ぼすだろうと考えられる。

花粉症の原因となる植物種はスギばかりではない。ヒノキ科、イネ科、キク科などの一部の花粉は花粉症の原因になることが分かっている。身近

な自然に眼を向け、季節の変化、自然の不思議、自然保護のあり方などについて考えてみるのも大切である。

2015年2月、イギリスのオックスフォード大学付属植物園へ「立山 森の輝き」の種子贈呈がなされたが、国際的にもこうした花粉源対策に関する研究が進展し、国際的な共同研究や学術交流の活発化に寄与することが期待される。

9. おわりに

2018年1月1日には、天皇陛下が全国植樹祭についてお詠みになった歌（御製）が開催地富山県に贈られた。歌は以下のように、花粉を飛ばさない無花粉スギの苗木をお手植えされた陛下の花粉症を患う人がなくなるようにとの温かなお気持ちが届いている。

「無花粉のたてやますぎを植ゑにけり患ふ人のなきを願ひて」

富山県民として大変有難いお歌を頂いたことに、感謝するとともに、時代と社会環境が大きく変わり、国民の森づくりに寄せる思いも大きく変わってきていることを感じている。無花粉スギが今後末永く、日本国民の健康な森づくりを支える苗木として役に立ち続けることを心より期待したい。

謝辞

元新潟大学教授 平 英彰博士にはスギの生理生態に関する貴重なご意見を頂きました。

花粉症の予防治療については富山県医師会花粉症対策委員会の先生方にご示唆を頂きました。無花粉スギの育種や普及に関しては富山県森林政策課、富山県森林研究所の方々に大変お世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。

文献

- 1) 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, 16 - 18, 1964.
- 2) 鼻アレルギー診療ガイドライン作成委員会：鼻アレルギー診療ガイドライン—通年性鼻炎と花粉

症—2016年度版（改訂8版）. ライフサイエンス pp.8 - 13, 2015.

- 3) 花粉症研究会事務局：花粉症研究会記念誌、24年の歴史と成果（1989～2012）. 花粉症研究会事務局, 富山, 2012.
- 4) 平 英彰・寺西秀豊・劔田幸子：スギの雄性不稔個体について. 日本林学会誌 75, 377-379, 1993.
- 5) Taira, H., Saito, M., Furuta, Y.: Inheritance of the Trait of Male Sterility in *Cryptomeria japonica*. J. For. Res. 4:271-273, 1999.
- 6) Laser, K. D., and N. R. Lersten: Anatomy and cytology of microsporogenesis in cytoplasmic male sterile angiosperms. Bot. Rev. 38, 425 - 454, 1972.
- 7) Teranishi H., Kenda Y., Taira H., Kasuya M., Suzuki S. and Yamazaki H.: Discovery of male sterility in Sugi (*Cryptomeria japonica*): A possible preventive tool against Sugi-pollinosis in Japan. 2nd Asian Pacific Congress of Allergology and Clinical Immunology, 1995, 11, Taipei, (1995).
- 8) 寺西秀豊・劔田幸子 平 英彰：スギの雄性不稔個体、富山において発見. 花粉症研究会会報 7 : 30-31, 2006.
- 9) 平 英彰・斎藤真己・五十嵐正徳・齋藤央嗣：スギ雄性不稔個体の選抜. 林木の育種 216, 179 - 18, 2005.
- 10) 斎藤真己：無花粉スギ「はるよこい」の普及が始まる. 花粉症研究会会報 23 : 39-39, 2012.
- 11) 斎藤真己：富山県産優良無花粉スギ「立山森の輝き」の普及開始. 森林遺伝育種 2:69-70, 2013.
- 12) 斎藤 真己・寺西 秀豊：無花粉（雄性不稔）スギ品種の開発. 花粉誌 60 : 27 - 35, 2014.
- 13) 富山県医師会花粉症対策委員会：スギ花粉症患者発症日調査のまとめ（1995年～2013年）. 中央印刷, 富山市, 2014.
- 14) 鼻アレルギー診療ガイドライン作成委員会：治療 2 花粉症. 鼻アレルギー診療ガイドライン—通年性鼻炎と花粉症—. ライフサイエンス pp. 68-70, 2015.
- 15) Teranishi H., T. Katoh, K. Kenda and S. Hayashi :

- Global warming and the earlier start of Japanese-cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen season in Toyama, Japan. *Aerobiologia* 22, 91-95, 2006.
- 16) 大久保公裕：花粉症は治せる！舌下免疫療法がわかる本。日本経済新聞出版社（2014）。
 - 17) 寺西宏太郎：スギ花粉症の社会化に関する一考察。花粉症研究会会報 22：26-33, 2011.
 - 18) 小笠原 寛・吉村 史郎・後藤 操・栗花落 昌和・藤谷 哲造・中原 聡：スギ壮齡林面積増加による花粉飛散総数の増加。花粉誌 44, 97-105, 1998.
 - 19) 斎藤真己：無花粉（雄性不稔）スギのデータベース（http://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/shinrin/webfile/t1_e8f20b2d986b56bc92730baad9a4ab4b.pdf）（2009）
 - 20) 寺西秀豊：国立科学博物館の企画展「花粉と花粉症の科学」にみる花粉症対策。富山県農村医学研究会誌 35：41-46, 2017.
 - 21) 寺西秀豊：オーストラリアの印象記。富山県農村医学研究会誌 34:27-31,2016.