

【臨床・研究】

大田市におけるスギ花粉飛散と気象状況との関連
～最近約10年間の変化～わ だ まさ ひろ
和 田 昌 弘

キーワード：スギ・ヒノキ花粉症，花粉飛散予測，気象条件，温暖化

要 旨

最近の疫学調査では全国的にアレルギー性鼻炎，特にスギ花粉症の有病率が増加していることがわかっている。当院では開業以来約20年間，1月～5月にかけてスギとヒノキ花粉を測定し，ホームページやSNSで公開することにより花粉からの回避と早期治療をよびかけてきた。大田市の場合スギ花粉の飛散予測は前年7月の気象条件と強く相関しており，それによって予測可能であったが，最近の約10年間は予測が当たらなくなった。そこで気象条件の変化や予測に用いる因子などを再検討した。この約10年の花粉飛散総数は，前年7月の気象条件とではなく6月や8月の気象条件と相関するようになっていた。花粉飛散開始もやや早めになっていた。気象の変化を把握することで予測の方法を変え，患者さんの症状を少しでも軽減することに役立たせることが必要であると考えられた。

はじめに

2019年に行われた耳鼻咽喉科医師，およびその家族を対象にしたアンケートによる疫学調査では，アレルギー性鼻炎の有病率は全国で49.2%，島根県では38.6%であり，以前の調査に比較して全国的に増加傾向にあることが示された。このうちスギ花粉症が全国では38.8%，島根県では29.3%であった。全国的には低年齢化も顕著に認められている¹⁾。花粉症の原因はさまざまであるが，多く

はスギ，ヒノキの花粉である。

当院では約20年前の開業当初からスギとヒノキの花粉飛散数を測定し，院内掲示，および当院ホームページやSNSを利用して地域の方々に情報提供を行い注意喚起している。スギ花粉症では花粉飛散前，あるいは初期からの治療開始が効果的であることがわかっており²⁾，診断や投薬する場合もその年の花粉飛散の傾向をある程度知っておくことが重要となってくる。花粉の飛散数を予測する場合，前年夏の日照時間や降水量でその年の花粉飛散数を予測することが可能であるとされ，大田市でもその予測方法があてはまっていた。しかしこの約10年間はその予測が当たらなくなって

Masahiro WADA

わだ耳鼻咽喉科医院

連絡先：〒694-0064 島根県大田市大田町大田イ200-3

わだ耳鼻咽喉科医院

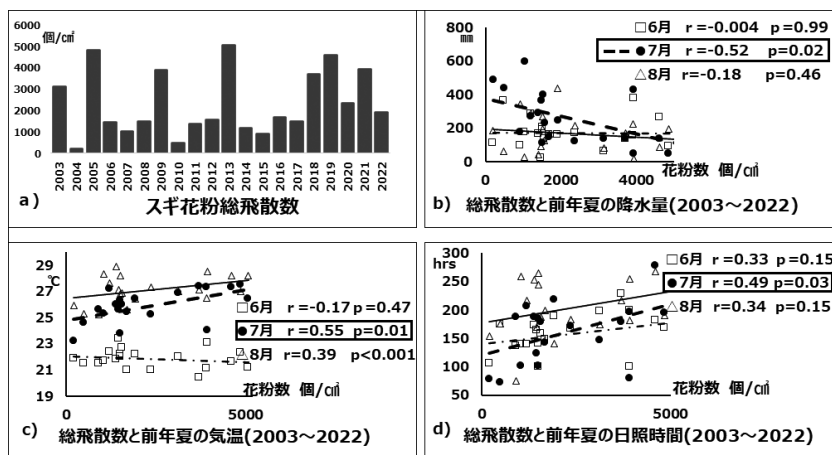


図1 スギ花粉総飛散数と気象条件

2003~2022年全体では前年7月の気象条件(降水量, 気温, 日照時間)と相関関係が認められた。

きた。そこで大田市における気象条件と飛散数や飛散開始時期の関連を, 前半の2003~2013年までの11年間と変化があらわれ始めた後半の2014年以降9年間に分けてその変化を検討することにした。

方 法

当院屋上でダーラム型花粉採取器に, ワセリンを塗布した顕微鏡用プレパラートを置き, 24時間放置後回収して染色し, 1.8cm×1.8cmのカバーガラスを乗せて花粉を数え, 1cm³当たりの花粉数を算出して花粉飛散数とした。ワセリンと染色液は島根大学医学部耳鼻咽喉科・頭頸部外科教室より提供していただいた。初観測日は1月1日以降プレパラート上に1個でも花粉が観測された日, 飛散開始日は花粉が1個/cm³以上を2日連続して観測された最初の日とした。飛散終了は0個/cm³が3日続いた最初の日の前日を終了日とした。花粉総飛散数は初観測日から飛散終了日までの1cm³当たりの花粉数の合計とした。測定場所の周辺には庭木としてのヒノキが200m程度離れたところに7, 8本あるのみでスギは周囲にない。海岸からは約2km離れた当院1階の屋上で観測している。

気象条件は気象庁ホームページの大田市の気象データを参考にした。

結 果

〈スギ花粉総飛散数と気象条件〉

2003年から2022年までスギ花粉の飛散数を測定した。スギ花粉はこの約20年間全体では4, 5年の周期で大量に飛散し, 年々総飛散数が少しずつ多くなる傾向があった(図1a)。総飛散数は前年7月降水量と負の相関($r = -0.52$, $p = 0.02$, 図1b)が, 前年7月平均気温($r = 0.55$, $p = 0.01$, 図1c)や日照時間($r = 0.49$, $p = 0.03$, 図1d)とはやや正の相関がみられた。これら気象条件との関連を2003~2013年までの前半11年間と, 2014~2022年までの後半9年間で分けてそれぞれ検討した。{降水量, 図2} 前半11年間では前年の7月降水量と強く負の相関($r = -0.78$, $p < 0.001$, 図2c左)があったが, 後半9年間では相関せず($r = 0.15$, 図2c右), 前年8月降水量と強い負の相関($r = -0.72$, $p < 0.001$, 図2d右)を認めた。前半では8月降水量との相関は認められていない($r = 0.25$, 図2d左)。{気温, 図

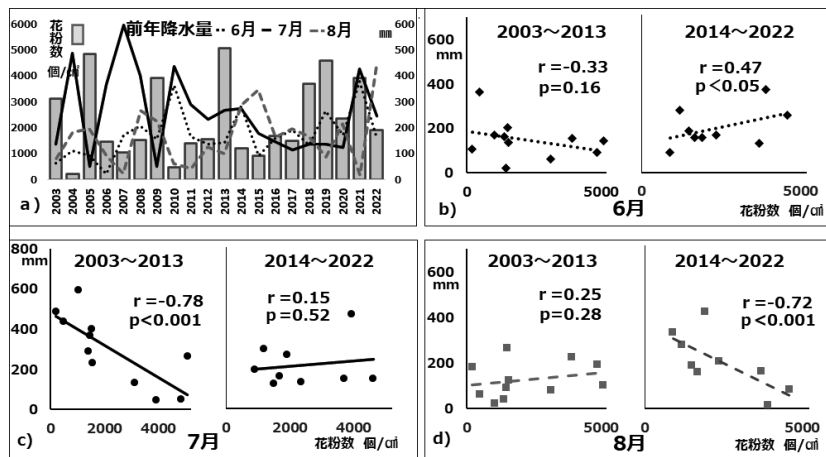


図2 スギ花粉総飛散数と前年降水量との関係(前半と後半での比較)

前半(2003~2013年)では前年7月降水量と相関していたが、後半(2014~2022年)では相関しなくなっていた。

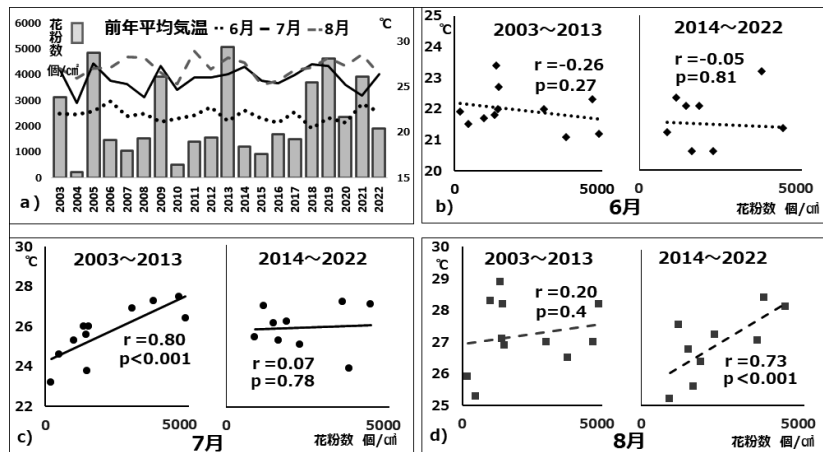


図3 スギ花粉総飛散数と前年夏の気温との関係(前半と後半での比較)

前半(2003~2013年)では前年7月の気温と相関していたが、後半(2014~2022年)では相関しなくなっていた。

3}平均気温との関係においては、前半で前年7月の平均気温と強い相関 ($r=0.80$, $p<0.001$, 図3c左)があったが、後半では相関関係はなくなり ($r=0.07$, 図3c右), 8月との相関が認められた ($r=0.73$, $p<0.001$, 図3d右)。{日照時間, 図4}日照時間でもやはり前半では前年7月日照時間と強い正の相関 ($r=0.81$, $p<0.001$, 図4c左)があったが、後半では相関せず ($r=0.04$, 図4c右), 6月の日照時間と強い正の相関 ($r=0.79$, $p<0.001$, 図4b右)が、また8

月の日照時間もややばらつきは大きいが正の相関 ($r=0.58$, $p<0.01$, 図4d右)があることがわかった。これらの変化をまとめたものが表1である。前半11年間では前年7月のこれら気象条件と飛散総数が相関していたが、後半9年間では7月との相関関係が薄れ、6, 8月の気象条件との関連が強まっていた。

〈スギ花粉飛散開始と気象条件〉

花粉症の治療では花粉飛散前, あるいは初期からの治療開始が効果的であることが知られている。

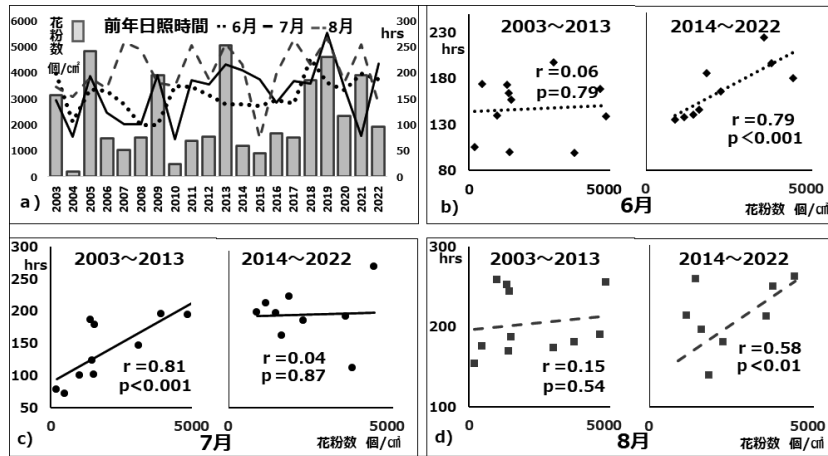


図4 スギ花粉総飛散数と前年夏の日照時間との関係(前半と後半での比較)
 前半(2003~2013年)では前年7月の日照時間と相関していたが、後半(2014~2022年)では6, 8月と相関していた。

表1 スギ花粉総飛散数と前年の気象条件との関係 まとめ

		前半11年 (2003~2013)	後半9年 (2014~2022)
前年降水量	6月	×	△
	7月	○	×
	8月	×	○
前年気温	6月	×	×
	7月	○	×
	8月	×	○
前年日照時間	6月	×	○
	7月	○	×
	8月	×	○
○相関あり ×相関なし △ごく弱い相関あり			

そのためスギ花粉の飛散開始日の予測が必要である。当院観測20年間では、初観測日の平均が1月31日(最も早い日1月16日~最も遅い日2月23日)、開始日の平均が2月11日(1月29日~2月23日)、1日の飛散数が“非常に多い”とされる50個/cm²に到達した日の平均が2月22日(2月12日~3月12日)、ピークに達する日の平均が2月28日(2月21日~3月8日)であった。終了は4月1日(3月22日~4月15日)であった。これらの値も前半11年と後半9年で比較してみると、前

半では初観測日の平均が2月2日、開始日が2月14日であったのに対して、2014年以降ではそれぞれ1月28日、2月8日であり、有意差はないが5~7日早めになっていた(図5b)。終了日は3月31日と4月2日であり、差はほぼなかった。ピークに達する日も両方で差はなかった。また20年間全体では初観測日の早さと、飛散開始日とはやや相関があり(r=0.56, p<0.05)、初観測が早いと飛散開始も早い傾向があることがわかった。初観測日・開始日と飛散終了日の間には前半11年

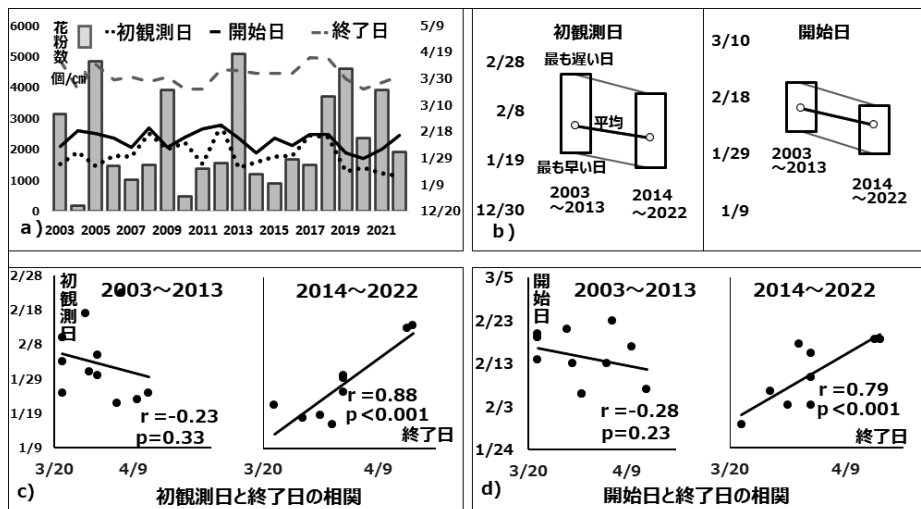


図5 スギ花粉の初観測日，開始日，終了日の前後半での比較

初観測日、開始日は後半でやや早くなっていた。後半では終了日と初観測、開始日が相関していた。

では相関は認められなかったが、後半9年間では初観測日と飛散終了日 ($r=0.88$, $p<0.001$, 図5c右), 飛散開始日と飛散終了日 ($r=0.79$, $p<0.001$, 図5d右) にはともに強い相関関係を認め、後半9年間は初観測や開始日が早い年は終了日も早くなっていたことがわかった。また、後半9年間では開始から終了までの日数はほぼ50日程度であった。なお飛散開始の早さと総飛散数とは相関はなく、開始日が早い年に多く飛散するとい

うわけではなかった (図5a)。

最近では一般的に1月1日からの日最高気温の積算温度が400°Cで飛散が開始するとされる。当院観測値から検討した。当院の観測ではスギ花粉飛散開始日までの日最高気温積算値は平均361.9°Cであったが、最低は292.1°C、最高は438.2°Cとばらつきが非常に大きく、1~3, 4年の周期で高低を繰り返しながら、近年はやや低下する傾向にある (図6a)。開始日と開始日までの日最高

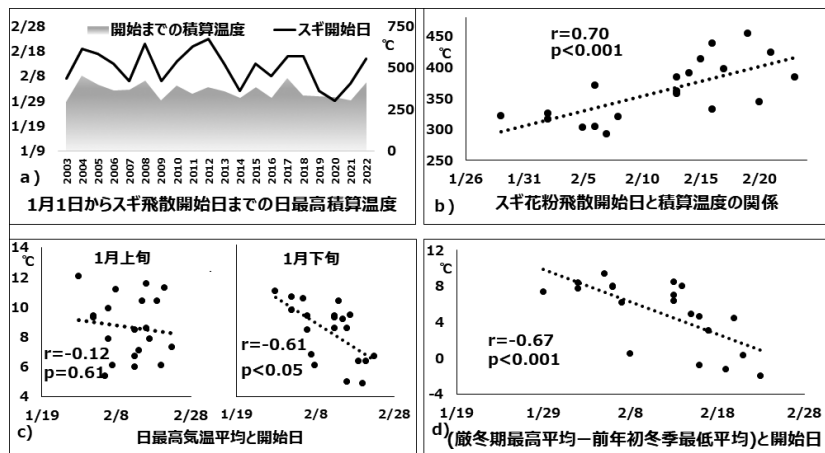


図6 スギ花粉飛散開始日と温度の関係

1月1日からの積算温度は相関していた。1月下旬の気温は開始日と相関していた。

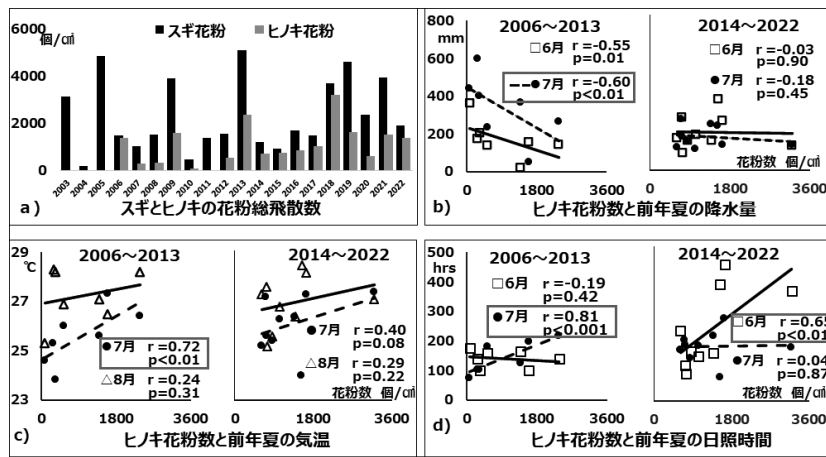


図7 ヒノキ花粉総飛散数と前年気象条件との関係

ヒノキの飛散数もスギと同様の傾向があり、気象条件との関連も似た傾向にあった。

気温積算値は強く相関しており ($r = 0.70$, $p < 0.001$ 図 6 b), 開始日が早いときは日最高温度積算値が小さく, 開始日が遅いほど積算温度は大きくなっていった。開始日予測が可能となりそうな他の様々な因子を検討した中では1月の旬ごとの気温と開始日の関係において, 1月下旬の日最高气温の平均値と開始日との間に負の相関があることが分かった ($r = -0.61$, $P < 0.05$, 図 6 c 右)。1月初, 中旬の日最高气温とは相関しなかった (図 6 c 左)。また, 厳冬期 (1, 2月) の日最高气温から前年初冬期 (11, 12月) の最低气温を減じたものと開始日は相関関係が認められた ($r = -0.67$, $p < 0.001$, 図 6 d)。

〈スギ花粉飛散数とヒノキ花粉飛散数との関連〉

ヒノキ花粉もスギ花粉と同様に測定している。2006年からのデータを保存しており (2011年のデータは消失した), スギ花粉との関連や気象条件との関連性を検討した。ヒノキ花粉の総飛散数はスギ花粉総飛散数と強い相関がみられた ($r = 0.78$, $p < 0.001$)。スギと同様に4, 5年の間を開けてやや大量に飛散する傾向があり, 次第に増加傾向にある (図 7 a)。また, ヒノキも2013年

までは前年7月降水量とやや負の相関 ($r = -0.60$, $p < 0.01$, 図 7 b 左) が, 気温 ($r = 0.72$, $p < 0.01$, 図 7 c 左) 日照時間 ($r = 0.81$, $p < 0.001$, 図 7 d 左) とも正の相関があったが, 2014年以後はこれらとはあまり相関せず, 6月の日照時間と相関があった ($r = 0.65$, $p < 0.01$, 図 7 d 右)。なお, 8月の降水量, 日照時間とは全年, 前半, 後半とも相関していなかった。スギ花粉開始日とヒノキ花粉開始日にも相関を認め ($r = 0.69$, $p < 0.0001$), スギ花粉が早く飛散した年はヒノキ花粉も早く飛散を開始することがわかった。

考 察

当院では2003年から観測を行っている。測定は朝プレパラートを置き換えるため, その前24時間の花粉飛散数を測定することになる。これによって前日までの飛散の傾向がわかり, 天気などと総合的に考えて大まかな予想を患者さんに直接, あるいはSNS やホームページを通じて毎日伝えることができるので花粉回避の一助になると考えている。その日ごとの花粉飛散予測も大切であるが, その年が花粉の多い年なのか否かをあらかじめ予

測することも非常に大切と考えている。その予測によって内服薬の種類，開始時期，期間を決定することになるからである。スギの雄花形成が6月下旬から9月にかけて起こることから，スギ花粉の飛散量は前年夏の気温，湿度，日照時間と関連があるとされる³⁾。気象庁の大田市のデータには湿度の測定はないが，総飛散数は前年7月の降水量と負の相関が，気温，日照時間とは正の相関があった。当院でもこの法則をもとに予測を行い，患者さんに伝えていたが，2014年以降はその予測がはずれるようになった。そこでこれらの気象条件と総飛散数との関連を再検討したところ，2014年からの後半9年間では総飛散数とこれら前年7月の気象条件との相関が認められなくなっており，代わりに前年6月の日照時間と強く相関していることが分かった。安田らは1996年から2002年までの弘前市の観測で6月の日照時間が雄花の着花状況と相関し，着花状況が翌年の総飛散数に影響すると述べており⁴⁾また，環境省のスギ雄花花芽調査の結果などからも，6月の日照時間と翌年の総飛散数には関連があることが以前からわかっていたと思われるが，大田市においては2013年までの前

半11年間では6月の日照時間と翌年の総飛散数との相関はみられていなかったのだから，この9年間に変化したことになる。気象庁のデータでは6月，7月とも後半9年間のほうが前半11年間よりも日照時間の平均は長い傾向にあったが（図8a），後半9年間の6月日照時間の平均値は前半11年間の7月の平均値を上回っている。また1月からの積算日照時間も，後半では6月までに前半の7月までの積算値に近い値となっている（図8b）。大田市ではこれまで7月の，あるいは7月までの日照時間の積算が花芽の着花に作用する大きな要因であったが，最近9年間では6月の日照時間，あるいは積算値が着花に強く関与するようになってきているのかもしれない。また前半では7月降水量と日照時間との間に強い負の相関があったが（図8c左），後半では相関関係があるもののやや弱くなり（図8c右），8月の降水量と日照時間とが強く相関するようになってきている。（図8d右）。このことは前半11年間では7月に雨が降る年は日照時間が減少するという関係ははっきりしていたのに，後半では関連が薄くなっていることを示しているのかもしれない。これら

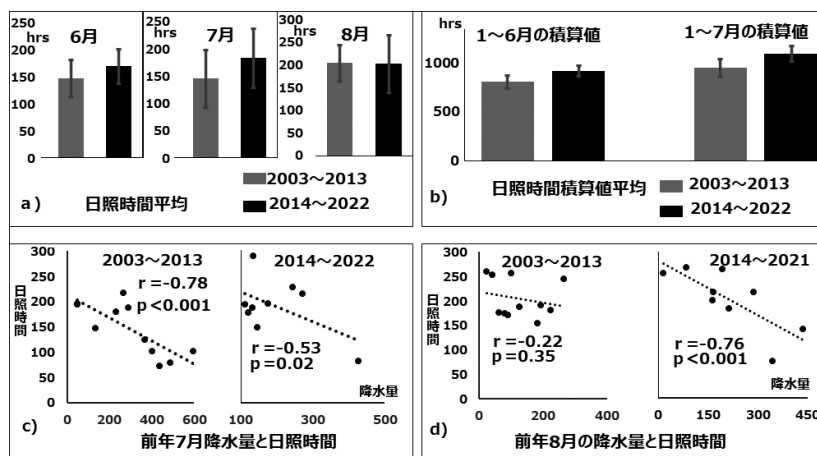


図8 日照時間と降水量との関係の変化

後半では日照時間がやや増加傾向にある。日照時間と降水量の相関が前・後半で変化している。

から考えると、後半9年間では夏の気候に変化があり、スギ花粉予測に利用していた気象条件が変化しているため、予測が当たらなくなったものと思われる。

1月に入ると、その年のスギ花粉の飛散はいつごろから始まるのか予測をしなければならない。なぜならいつから内服を開始すべきかを決定しなければならないためである。最近では患者さんの中でも初期治療が有効であることは知られており、飛散前から来院されることも多くなっている。スギの木の花粉飛散は、1月1日からの日最高気温の積算が530°Cで開始すると非常に緻密な基礎研究がある⁵⁾が、臨床的には一般に400°Cで開始するといわれることが多い。当院観測では飛散開始日までの積算温度にはばらつきが大きく、予測は不可能であると思われた。開始日と開始日までの日最高温度積算値には強い相関がみられ、開始日が早いときは積算温度が小さく、開始が遅いときは積算温度が大きくなっていた。このことは、ある一定の温度で飛散が開始するものではないことを示していると思える。他地点でも積算温度で開始日を予測することは困難であるとする報告もあり⁶⁾、地域の違い、あるいはスギの林から遠く離れた場所での観測であるため、などの理由でこの方法による予想は難しいのかもしれない。他の因子も検討した。環境省のホームページでは、前年の初冬季(11, 12月)の気温とその後厳寒期(1, 2月)の気温で開始を予測できるとしている。大田市でもその傾向はみられた。初冬期の日最低気温平均から厳寒期の日最高気温平均を減じたものと開始日は相関していた。ただ、2月上旬にはもう飛散が開始している場合もあり、予想には適切ではないと思われる。大田市では1月下旬の気温のみでも開始日と相関していた。1月初、

中旬の気温とは相関がなかったが1月下旬の気温が高いほど早期に飛散が開始する傾向があった。さらに初観測日が早い年ほど開始日も早かった。これら複数の要因を考慮しつつ、今のところは大まかに予測することしかできないようである。これまでの当院観測結果からすると大田市においては初観測日から平均で10~14日程度で飛散が開始し、非常に多くなるのが2月中・下旬、ピークは2月終りごろ、終了は開始日から50日前後という予想ができる。高橋らは温暖化とスギ花粉飛散をシミュレートしている⁷⁾。温暖化によって総飛散数の変化はあまり想定されなかったが、開始日や終了日に変化がおこる可能性を示唆している。当院観測でもこの10年間で開始がやや早めになっていること、大田市の1月の上, 中, 下旬の日最高平均を足した値は年々少しずつ高くなる傾向がみられることなど、これらいずれも有意差はないが、いわゆる温暖化によって開始日や初観測日が早くなっている可能性も考えられる。一方開始日と総飛散数には相関はなく、開始日の予測と総飛散数の予測は切り離して考えなければならない。早く飛散が開始しようと、あるいは遅くなろうと前年の夏の気候によって決定づけられた花芽の数が増えることはなく、花粉飛散の時期に長期にわたって少しずつ飛散するか、一気に飛散するかの違いでしかないのかもしれない。

スギ花粉の飛散が終了するころになると今度はヒノキ花粉が飛散し始める。ヒノキの総飛散数もスギと同様の増減をしながらやや増加傾向にある。スギ花粉に影響を与えている気象条件とも同じような相関関係の傾向にあり、やはりこの約10年間で変化していた。スギもヒノキもヒノキ科の植物であり共通抗原性をもつため、スギ花粉に感作された患者さんの多くにヒノキ花粉症が発症する⁸⁾。

島根県西部農林水産振興センター資料によると、現在島根県では樹齢40～75年のスギの木が多い。花粉を多く飛散するのが樹齢30～60年であることから、今後スギ花粉は数十年で少しずつ減少していくものと思われるが、ヒノキの木は現在25～50年の樹齢のものが多い。そのためこれから先ヒノキ花粉がスギ花粉より多く飛散する可能性があり、引き続き観測していく必要がある。スギは老齢木になると隔年で種子が多くできる。若年や壮年期のスギはこの隔年現象が少ないとされ、着花には気候の影響が大きいとされる⁹⁾が、木の樹齢の分布変化もこれからの花粉飛散量の変化に関与してくる可能性もあると考えられる。

結 語

20年間のスギとヒノキ花粉を測定してその変化について報告した。今後も環境の変化などで飛散

数や開始時期がずれる可能性がある。花粉の測定においては観測地点の違いで結果も大きく異なると思われるが、患者さんの利益になるように観測と詳細な検討がこれからも必要である。そして最も重要なことは花粉症の時期に安易に抗アレルギー剤などの処方だけで済ませるのではなく、鼻粘膜の慎重な観察や症状によって腫瘍性病変の有無や好酸球性副鼻腔炎との鑑別、鼻副鼻腔炎の合併がないか、また患者さんの背景などを考慮した舌下免疫療法の導入など、適切な治療の選択を慎重に行うことである。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はありません。

参 考 文 献

- 1) 松原篤 他, 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- 日耳鼻 123: 485-490, 2020
- 2) 鼻アレルギー診療ガイドライン作成委員会 日本耳鼻咽喉科免疫アレルギー学会: 鼻アレルギー診療ガイドライン2020年版, ライフ・サイエンス; 2020.
- 3) 稲村直樹 他, スギ花粉に与える気象の影響 日耳鼻 91(6), 907-914 1988
- 4) 安田 京 他, 降雪地帯におけるスギ花粉飛散状況とその予測-弘前市における検討- 日耳鼻 106: 135-142, 2003
- 5) 橋詰隼人, 林木の交配に関する基礎研究(V) スギの開花と受粉 鳥取大学農学部研究報告 1973, 25, 81-96
- 6) 湯田厚司 他, 11月中旬の気温によるスギ花粉飛散開始日予測 日鼻誌 50 (1) 13-18 2011
- 7) 高橋裕一 他, 空中スギ花粉濃度に及ぼす地球温暖化の影響-山形市とその周辺地域で得られた予測結果- アレルギー 45(12), 1270-1276, 1996
- 8) 長田年弘, ヒノキ花粉症発症に関する新知見 ヒノキ花粉腫瘍アレルギー Cha o 3 の道程とその特徴 化学と生物 vol.55 no8 2017
- 9) 片倉, スギ花粉症 長野県林業総合センター 技術情報 NO.89