

スギ林の雄花着花状況による予測

—2023 年度冬の雄花着花状況による 2024 年春の飛散花粉数の予測—

倉本恵生

1. 調査内容

スギ林における雄花着花状況から、春のスギ・ヒノキ花粉飛散予測を行う。これまでの東京都および周辺県のスギ雄花着花と東京都観測地点における花粉飛散との関係をもとに、2023年度冬のスギ雄花着花状況から、東京都観測地点における令和6年（2024年春）の飛散花粉数を予測する。

2. 調査方法

(1) スギ雄花着花状況の分析

スギ雄花調査は林野庁補助事業として実施されており、事業者である全国林業改良普及協会から東京都および周辺県の2023年のスギ雄花調査結果の提供を受けて雄花着生状況を分析した。この調査は2001年に12都府県で始まり、2023年現在では17都府県で実施されている。調査は定点林と呼ばれる基本20箇所（17～54箇所）のスギ林で毎年実施している。各定点林では11月中旬～12月上旬に、林を見渡せる位置から40本のスギ調査木の樹冠を双眼鏡で観察し雄花着生状態を判定する。調査木ごとに雄花の着生状態をA～Dの4ランクの基準に基づいて判別し、各ランクに該当する本数を数え、得られたランクごとの本数と別に定めた係数を基にして、定点スギ林ごとの雄花指数を求める。この雄花指数は対象スギ林の雄花着生状態を数値化したもので、得られた雄花指数を基にスギ林の単位面積当たりの雄花生産量（雄花数）を算出した。また東京都の着花状況調査に参加し、その調査結果も参考にした。

(2) 雄花調査結果から花粉飛散数予測を行うための関係式の選定

スギ雄花調査結果の中から東京都・関東6県および静岡県（計8都県）のデータ提供をもとに、前年までの分析結果を参考に東京都および神奈川・埼玉県・千葉県（計3都県）の12年間のデータを用い、都内各観測点における2012年春以降の12年間の飛散花粉数との関係を分析した。（例、2012年冬のスギ雄花着花量を2013年春の花粉飛散数と対応させた）。栃木県と群馬県は調査年数が短いため、茨城県の雄花量データは前年度までの分析で東京都内観測点の飛散花粉数との間に十分な相関がみられなかったため、分析から除いた。これら3県の雄花量は今年度の着花傾向を見る参考データとして用いた。

スギ花粉飛散数は都内の12地点でダーラム法を用いて東京都によって測定が実施されている。年度ごとの各地点の飛散花粉総数（スギ・ヒノキ亜科合計）が集計されており、2023年春までの12年間の値を分析に用いた。

花粉測定地点ごとに、花粉飛散数（Y）と対応させる都県ごとの平均雄花数（X）の関係式（式タイプ1： $Y = \alpha X$ 、式タイプ2： $Y = \alpha X + b$ ）を求め、その相関係数を参考に式タイプ、および都県平均の雄花数を用いて来春の飛散花粉数を予測した。

埼玉・千葉・東京・神奈川の4都県のスギ雄花量（各県の平均雄花量）と都内各地点の花粉観測数の関係をまず分析し、高い相関の得られた都県の中から予測に用いる組み合わせを検討した。相関係数の選択基準は観測年数（N）12年に対応した自由度（df）11における相関係数（r）の有意水準 $p < 0.01$ （ $r > 0.684$ ）とした。

（3）2023年冬の雄花調査結果による2024年春の飛散花粉数の予測

以上の検討結果をもとに、東京都内の花粉観測地点ごとに、東京都と周辺県の雄花調査から花粉飛散数を予測するための組み合わせと予測に用いる関係式を決定した。これを用いて、2023年度冬の対象都県のスギ雄花調査の結果から、東京都内の各花粉観測地点における2024年春の花粉飛散数を予測した。

3. 調査結果

（1）スギ雄花着花状況

全国林業改良普及協会提供のスギ雄花着花調査結果から算出した東京都・関東6県および静岡県（計8都県）のスギ雄花着花量を表1に示す。2023年度冬（2023年11～12月）に観察されたスギ雄花数は、分析対象とした4都県平均では6,549個/㎡で、前年2022年の9,466個/㎡の7割程度であった。全8都県で見ると分析対象の4県が他の4県より多く、神奈川県、埼玉県、東京都、千葉県（順となり）、埼玉県と東京都はほぼ同じであった。前年2022年と比較すると、神奈川県5割、埼玉県9割、東京都8割、千葉県7割程度であった。いずれも前年に比べると減少したが、2011～2022年の平均（神奈川県7,997個/㎡、埼玉県6,428個/㎡、東京都5,358個/㎡、千葉県5,447個/㎡）に近い値であった。

（2）雄花着花量と花粉飛散数との関係分析に基づく予測式の選定

4都県ごと、および県の組み合わせについて、雄花数と花粉測定地点ごとの花粉数との関係式の相関係数を表2に示した。埼玉県と神奈川県の2県だけの組み合わせは東京都の雄花数だけを無視した不自然なものと考えられるので除外した。また、2タイプの予測式で相関係数を比較したところ、予測式 $Y = aX + b$ の方が、 $y = aX$ による場合と比べていずれのケースも相関係数が高くなっていた。このため、以後の分析では予測式 $Y = aX + b$ による予測を行った。

県別にみると、都内観測地点の飛散花粉数との相関が高かったのは神奈川県雄花数で、全ての花粉観測地点において高い相関を示した。東京都雄花数は多摩地区の各観測点および北区の花粉数との相関が高く、北区を除く都心の観測点ではやや高い相関を示した。埼玉県雄花数は多摩地区の町田の花粉数と高い相関を示し、青梅以外の残りの多摩地区各点の花粉数とはやや高い相関を示した。千葉県雄花数は都内のいずれの観測点の花粉数とも相関が見られなかった。

単県としては神奈川県雄花数が最も相関が高かったが、組み合わせでみると神奈川県と東京都雄花数の平均が、多摩地区の2地点（町田・小平）を除けば、各点で最も高い相関を示した。町田・小平でも高い相関を示していた。

以上の結果を総合判断し、雄花数による花粉飛散数予測は東京都と神奈川県の2県平均の雄花数から各地点の花粉飛散数を予測する。地点ごとに県の組み合わせは変わらず、全地点で東京都と神奈川県の2県平均の雄花数を用いて予測を行った。

(3) 2023年冬の雄花調査結果による2024年春の飛散花粉数の予測

東京都と神奈川県の2県平均のスギ雄花数から令和6年（2024年）春に予測される飛散花粉総数を表3に示す。飛散花粉総数の測定地点ごとの予測値は 3,150～13,000個/cm³、12測定地点平均では 6,220個/cm³となった。この値は前シーズンの令和5年（2023年）に東京都で飛散を確認した花粉総数の12地点平均値 7,935個/cm³のおよそ8割になる。

表1. スギ雄花着花量調査結果

都県名	2023年			参考				
	定点林平均雄花数/m ²	標準偏差	定点林数	2022 定点林平均雄花数/m ²	2021 定点林平均雄花数/m ²	前年比% 2023/2022	前年比% 2022/2021	2011 ～ 2022 の平均
栃木	3,393	1,145	20	3,900	2,182	87	179	—
茨城	2,028	972	20	11,272	4,724	18	239	—
群馬	4,613	2,468	23	7,555	1,700	61	444	—
埼玉	6,478	2,787	20	6,971	6,377	93	109	6,428
千葉	5,542	4,953	20	7,625	6,010	73	127	5,447
東京	6,383	2,166	20	8,058	6,322	79	127	5,358
神奈川	7,793	2,945	54	15,210	5,855	51	260	7,997
静岡	2,608	688	20	5,798	2,728	45	213	—

2023年11～12月調査

（一般社団法人）全国林業改良普及協会の提供による
 定点林：調査対象のスギ林（毎年同一林分を観察している）
 上位3都県は都県名を太字で示す

表2 都県別雄花数と飛散花粉数の相関係数

雄花の調査都県の組み合わせ ↓		花粉飛散数の測定点											
		都心地区					多摩地区						
		千代田	葛飾	杉並	北	大田	青梅	八王子	多摩	町田	立川	府中	小平
各都県	千葉	0.025	0.005	0.003	0.014	0.006	0.055	0.115	0.131	0.315	0.108	0.079	0.202
	東京	0.657	0.648	0.681	0.702	0.659	0.820	0.794	0.733	0.772	0.806	0.825	0.887
	神奈川	0.736	0.706	0.766	0.756	0.736	0.832	0.812	0.683	0.728	0.818	0.881	0.888
	埼玉	0.389	0.338	0.251	0.324	0.253	0.486	0.620	0.662	0.757	0.571	0.567	0.623
複数県の平均	東京・神奈川	0.797	0.782	0.777	0.786	0.752	0.888	0.894	0.834	0.822	0.842	0.915	0.881
	東京・神奈川・埼玉	0.641	0.601	0.587	0.625	0.571	0.765	0.820	0.776	0.851	0.792	0.828	0.872
	東京・埼玉	0.502	0.459	0.402	0.465	0.396	0.627	0.722	0.736	0.822	0.642	0.691	0.753
	東京・神奈川・埼玉・千葉	0.598	0.549	0.533	0.577	0.522	0.721	0.787	0.752	0.851	0.784	0.785	0.851

太字は各地点で最も高い相関係数

濃い黄色塗り：高い相関係数 ($p < 0.01$)、薄黄色塗り：やや高い相関係数 ($p < 0.05$)

表3 2024年飛散予測花粉数

花粉観測地点	予測花粉飛散数 (雄花数からの予測)
千代田	5,471
葛飾	5,483
杉並	6,564
北	5,532
大田	5,439
青梅	12,997
八王子	8,554
多摩	7,022
町田	4,988
立川	5,325
府中	4,123
小平	3,152

(個/cm²)

- ・東京都と神奈川県のアverage雄花数からの予測
- ・2011～2022年冬スギ雄花数と翌春の花粉飛散数の関係に基づく予測式を用いる
- ・予測式 $Y=aX+b$ (Y: n年の花粉飛散数、X: n-1年のスギ雄花数)