

スギ林の雄花着花状況による予測

－2022 年度冬の雄花着花状況による 2023 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、2022 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 5 年（2023 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 2022 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、2022 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、東京都と関東地方 6 県および静岡県合計 8 都県の 2013 年度以降の 10 年間のデータを用いて、都内各観測点における 2014 年春以降の 10 年間の飛散花粉数と対応させ、その関係を分析した。（例、2013 年冬のスギ雄花着花量を 2014 年春の花粉飛散数と対応させた）。ただし、栃木県と群馬県は調査年数が 10 年に満たないため分析からは除き、今年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、2022 年春までの 10 年間の値を分析に用いた。

以前はこの分析には関東地方 5 都県と静岡県の計 6 都県の雄花数の平均値が用いられてきた。しかしながら近年は都県別の雄花数の変動に同調した動きが無くなり、対前年の増減傾向にも都県ごとの違いが見られている。そこで前年度の予測では、都県ごとの雄花数と花粉測定地点ごとの飛散花粉数との関係が個別に分析され、得られた相関係数を基準に次の予測方法が採択されている。まず花粉測定地点

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 ($Y = \alpha X$) を求め、その相関係数が高い (0.5 以上) ものの中から高い順に 1～3 都県を選び、選んだ都県の平均の雄花数を用いて来春の飛散花粉数を予測した。前年度は花粉観測点ごとに異なる県の組み合わせを用いて雄花量からの花粉数予測が行われた。結果として雄花量データが東京都の花粉予測に用いられたのは埼玉・千葉・東京・神奈川の 4 都県で、茨城の雄花量データはいずれの観測点の飛散花粉数との間にも十分な相関がみられなかったため用いられなかった。

そこで今回は、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 0.7 以上とし、関係式は直線式を用いた。

(3) 2022 年冬の雄花調査結果による 2023 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、2022 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 2023 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。2022 年度冬 (2022 年 11～12 月) に観察されたスギ雄花数は、分析対象とした 6 都県平均では 9,156 個/㎡で、前年 2021 年の 5,336 個/㎡に比して 1.7 倍と増加した。全 8 都県別に見ると多いのは神奈川県 15,210 個/㎡、茨城県 11,272 個/㎡であり、この 2 県は分析対象期間とした 2013 年以降の 10 年間での最高値を記録した。また、それぞれ前年比で 2.6 倍、2.4 倍に増加した。少ないのは栃木県 3,900 個/㎡、静岡県 5,798 個/㎡であった。ただし、これらの 2 県も前年比で 1.8 倍と 2.1 倍に増加していた。この前年比で見ると、倍加した県 (茨城・群馬・神奈川・静岡) と横ばいに近い都県 (栃木・埼玉・千葉・東京) に大別され、前年より減少した都県はみられなかった。しかしながら、前年比に見られた傾向は、前年と前々年の比に見られるものとは全く一致しなかった。前年度の予測報告では 2014 年以降は関東各県の雄花着花の年変動が同調せずバラバラになっていることが指摘されている。今回の結果もその指摘に一致するもので、直近 3 年で見ても各県の動きが揃っていないことが示唆される。

表 1. スギ雄花着花量調査結果

都県名	2022年			参考			
	定点林 平均雄花 数/m ²	標準偏差	定点 林数	2021 定点林 平均 雄花数/m ²	2020 定点林 平均 雄花数/m ²	前年比% 2022/2021	前年比% 2021/2020
栃木	3,900	1,464	20	2,182	3,803	179	57
茨城	11,272	3,806	20	4,724	2,718	239	174
群馬	7,555	3,381	23	1,700	7,256	444	23
埼玉	6,971	2,273	20	6,377	3,144	109	203
千葉	7,625	5,040	20	6,010	5,643	127	107
東京	8,058	3,357	20	6,322	4,075	127	155
神奈川	15,210	5,306	54	5,855	7,418	260	79
静岡	5,798	1,535	20	2,728	3,472	213	7

2022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。

(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

都県ごとの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(R^2)を、表 2 に示す。都県ごとの雄花数と飛散花粉数との関係にはかなり大きな差が見られた。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の雄花数で、全ての花粉観測地点において高い相関が示された。このうち都心部の観測地点 5 点全てと多摩地区 2 地点では他の都県や複数県の平均の雄花数と比較して最も相関係数が高かった。東京都の雄花数は花粉観測地点によって傾向が異なり、小平以西の観測地点（多摩地区 7 地点）では高い相関(0.8～0.9)を示したが、都心の 5 地点ではやや高い程度(0.5～0.6)であった。埼玉県の雄花数はさらに花粉観測地点による差が大きく、高い相関が得られたのは町田のみであった。ただし、多摩地区では青梅を除いて 0.5 以上のやや高い相関がみられた。一方、千葉県の雄花数はいずれの花粉観測地点でも飛散花粉数との相関が高くなかった。前年度の分析結果では多摩地区の全観測地点において高い相関が得られていたのとは対照的である。このため、最適な県の組み合わせを選ぶ段階では千葉県は対象から除外した。

これらの結果をもとに、3 都県の組み合わせを変えてその雄花数の都県平均を求め、花粉観測地点ごとの花粉飛散数との相関係数も表 2 に示した。なお、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。複数都県の組み合わせでは、東京都と神奈川県の 2 県平均の雄花数が、大田を除く全観測地点での花粉飛散数との高い相関を示した。また、多摩地区の観測地点のうち 5 地点では検討した組み合わせ中で最も高い相関を示した。東京都・神奈川県に埼玉県を加えた 3 県平均の雄花数は多摩地区の全地点で

花粉飛散数との間に高い相関を示し、このうち町田では検討した組み合わせ中で最も高い相関を示した。

さらに、前年度に採用された選抜基準（0.5以上の相関を示す各都県の中から相関係数の高い順に3つまで選ぶ方法）によると、各花粉観測地点でどの県の組み合わせでの平均雄花数が選択されるかも検証した。これによれば都心地区の花粉観測地点においては、北以外の4地点で東京都と神奈川県が採択され、北では神奈川県単独の平均が採択された。一方、多摩地区の花粉観測地点は青梅を除く全地点で、東京都・神奈川県に埼玉県を加えた3県平均が採択された。

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前年度選抜基準も考慮し、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えず、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する。

(3) 2022年冬の雄花調査結果による2023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5年（2023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6,090～29,036個/cm³、12測定地点平均では12,270個/cm³となった。この値は前シーズンの令和4年（2022年）に飛散した花粉総数の12地点平均値4,587個/cm³と比べると2.7倍になる。

表2 都県別雄花数と飛散花粉数の相関係数

雄花着花数 (調査都県と 組み合わせ)		花粉飛散数 (花粉測定地点)											
		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	////	////	////	////	////	0.09	0.25	0.36	0.52	0.28	0.12	0.29
	埼玉	0.31	0.26	0.16	0.24	0.16	0.45	0.59	0.64	0.74	0.54	0.54	0.65
	東京	0.60	0.62	0.58	0.46	0.57	0.82	0.82	0.83	0.79	0.82	0.80	0.87
	神奈川	0.82	0.80	0.78	0.78	0.76	0.87	0.89	0.83	0.82	0.92	0.92	0.87
複数県の 平均	東京・神奈川	0.75	0.75	0.71	0.73	<u>0.69</u>	0.91	0.92	0.88	0.83	0.87	0.92	0.92
	東京・神奈川・埼玉	0.57	0.54	0.46	0.52	0.45	0.74	0.82	0.83	0.86	<u>0.77</u>	<u>0.79</u>	<u>0.85</u>
	東京・埼玉	0.41	0.37	0.28	0.42	0.28	0.58	0.69	0.73	0.81	0.65	0.64	0.75

赤太字は各地点で最も高い相関係数、黒太字は2,3番目に高い相関係数

黄色塗り：高い相関係数（0.7以上）、薄黄色塗り：やや高い相関係数（0.5～0.7）のケース

////：相関係数0.01未満

アンダーラインが着いているものは、前年度の選定基準を適用したときに採択される組み合わせ

表3 2023年飛散予測花粉数

花粉観測 地点	雄花からの予測 (個/cm ²)
千代田	9,310
葛飾	9,607
杉並	11,059
北	9,304
大田	9,171
青梅	29,036
八王子	19,088
多摩	15,526
町田	10,281
立川	10,866
府中	7,962
小平	6,090