

千葉県に適した花粉の少ないヒノキの選抜

小林沙希・遠藤良太

キーワード：ヒノキ、雄花着花性、選抜、広義の遺伝率

I 緒 言

ヒノキはスギと並んで花粉症の原因となる主要な樹種であり、スギ花粉症患者の64.7%がヒノキ花粉にもアレルギー反応を示すと報告されている（西端・斎藤，2002）。また、ヒノキは千葉県における人工林面積の14.3%を占め、スギに次いで多く造林されている樹種である。ヒノキの苗木生産量は、2009年度で80千本と、スギを上回り最も多く生産されている（千葉県農林水産部森林課，2010）。したがって、スギ花粉症対策と同様に、ヒノキ花粉症対策も重要である。

これらの対策として、林木育種の分野では花粉の少ない品種（クローン）の選抜が進められている。2010年3月の時点でスギでは全国で135クローン、関東育種基本区で57クローンが選抜されている（森林総合研究所林木育種センター，2010）。千葉県では1995年に6クローンと13家系が独自に選抜され（岩澤・小平，1995）、1996年から花粉症対策用の種子が生産されている。これに対し、ヒノキでは全国で55クローン、関東育種基本区で15クローンが選抜されている（林野庁，2007）。この15クローンの中で千葉県の採種園に導入されているものは「新城2号」のわずか1クローンであり、このクローンを利用しても、十分な量の花粉症対策用の種子を生産できない。また、「新城2号」以外の選抜クローンについては、県内における成長等が未検定であり（増田ら，1991；遠藤ら，2001；遠藤・小平，2002）、雄花着花性も地域により異なる可能性があるため、千葉県における花粉の少ないクローンの選抜が急務となっている。

そこで、採種園に植栽されたヒノキ精英樹の雄花着花性を13年間にわたって調査し、千葉県に適した花粉の少ないヒノキクローンを選抜した。

II 調査地及び方法

1. 調査地

千葉県農林総合研究センター森林研究所（山武市）にお

いて、1968年に造成されたヒノキ採種園で調査を行った。この採種園の面積は0.57haで、精英樹24クローンが計205本、単木混交で植栽されている。

2. 調査方法

1998年から2010年までの13年間、毎年4月に雄花の着花状況を、目視の観察により0～3の4段階の着花指数で評価した（第1表）。調査は採種園内の日照条件の良い場所の植栽木を対象とし、1クローンあたり2～18本を調査した（第2表）。ただし、採種園管理により秋季から冬季に断幹作業を実施した調査木については、断幹により雄花が着

第1表 着花指数と雄花着花状況

着花指数	雄花の着花状況
0	無着花
1	着花量が少ない（樹冠の2割以下）
2	着花量が中程度（樹冠の3～4割）
3	着花量が多い（樹冠の5割以上）

第2表 調査クローンと本数

No.	クローン名	調査本数
1	鬼泪4号	6
2	鬼泪7号	18
3	久野2号	9
4	札郷2号	6
5	三保6号	8
6	酒々井1号	4
7	秋元1号	2
8	新城2号	3
9	西多摩1号	6
10	西多摩4号	3
11	西多摩5号	2
12	西多摩6号	3
13	丹沢2号	7
14	丹沢5号	4
15	丹沢6号	9
16	丹沢7号	3
17	南多摩5号	11
18	箱根1号	2
19	箱根2号	3
20	箱根3号	12
21	箱根4号	11
22	箱根5号	6
23	片浦5号	11
24	片浦6号	12
合計		161

受理日2011年8月22日

本報の一部は、第122回森林学会大会（2011年3月、静岡市）において発表した。

花しやすい部位が切断されたため、翌春の調査対象から除外した。調査本数が少なかったクローンについては、林野庁による東京都及び神奈川県に着花調査結果（林野庁、2007）と比較し、評価が同程度であったことから、調査本数が少ない場合でもクローンの雄花着花性を示していると考え、解析に用いた。

3. 解析方法

調査年ごとに調査した個体すべての平均着花指数を算出し、雄花着花性の年次変動を明らかにした。

また、調査年ごとに各調査木の着花指数をデータとして、クローンを要因とした一元配置の分散分析を行いクローン間の分散を求め、その分散の全分散に対する比率として雄花着花性の広義の遺伝率を計算した（大庭・勝田，1991）。クローン間の着花指数の差の検定には最小有意差法を用い（明石，1978）、これらの結果に基づいて花粉の少ないクローンを選抜した。

Ⅲ 結果及び考察

1. ヒノキ採種園の雄花着花状況

(1) 雄花着花性の年次変動

調査木全体の平均着花指数と前年の7月から8月の日照

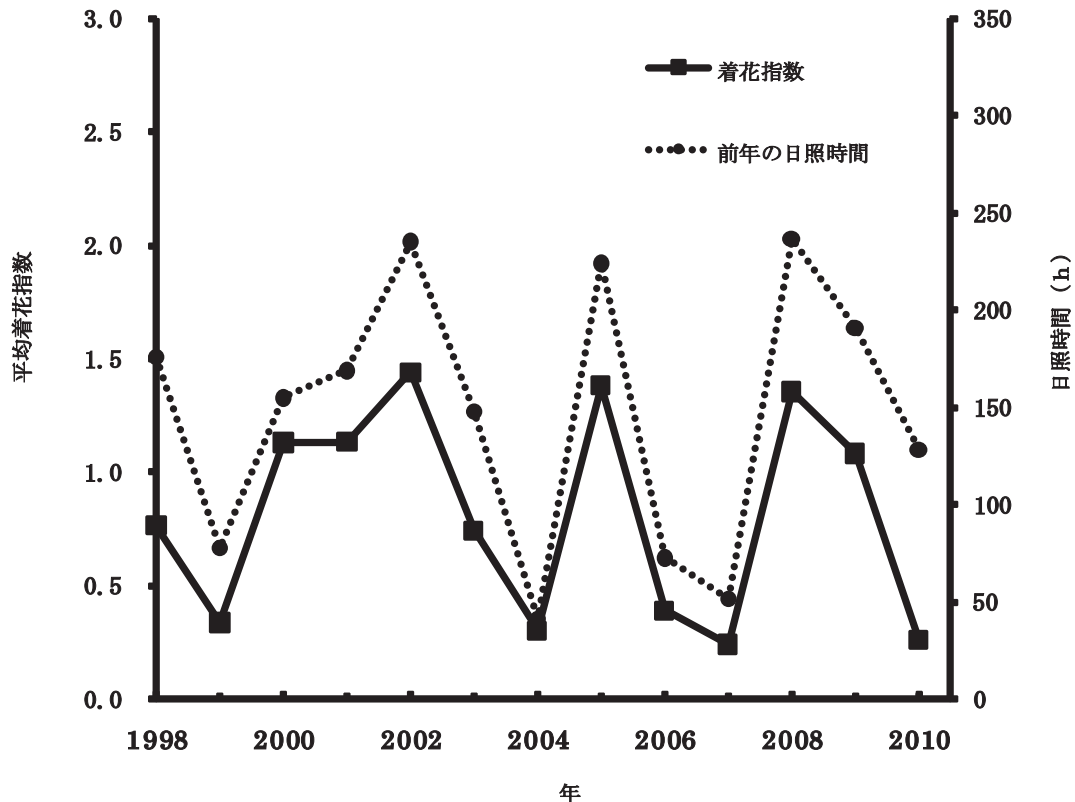
時間の年次変動を第1図に示す。着花指数は調査年によって大きく変動し、最も低かったのは2007年の0.24で、最も高かったのは2002年の1.44であった。この結果から、調査した13か年を豊作年、並作年、凶作年に区分した（第3表）。豊作年と凶作年はおよそ3年ごとのサイクルで、13年間のうち豊作年が6回、凶作年が5回あり、2000～2002年、2008～2009年では、豊作年が連続していた。

ヒノキの雄花量は、前年の7月から8月までの日照時間と特に強い正の相関が認められている（山本ら，2005）。本調査でも平均着花指数と前年の7月から8月の日照時間の年次変動は一致しており（第1図）、両者の間に非常に強い相関が認められた（ $r=0.92$, $P<0.01$ ）。すなわち、雄花着花性の年次変動は、主に前年の7月から8月までの日照時間の影響を受け、日照時間が長くなるほど雄花の着生が多くなることから、7月から8月の日照時間により翌年の豊凶を予測できると考えられる。

(2) ヒノキ雄花着花性の遺伝的特徴

雄花着花性のクローンによる違いを明らかにするため、調査年ごとに分散分析した結果、2006年を除いたすべての調査年でクローン間に有意差が認められた（第3表）。

そこで、各クローンの着花指数を、凶作年と豊作年の平均値で比較した（第2図）。すべてのクローンの着花指数の



第1図 調査個体全体の平均着花指数と調査年前年の日照時間の年次変動

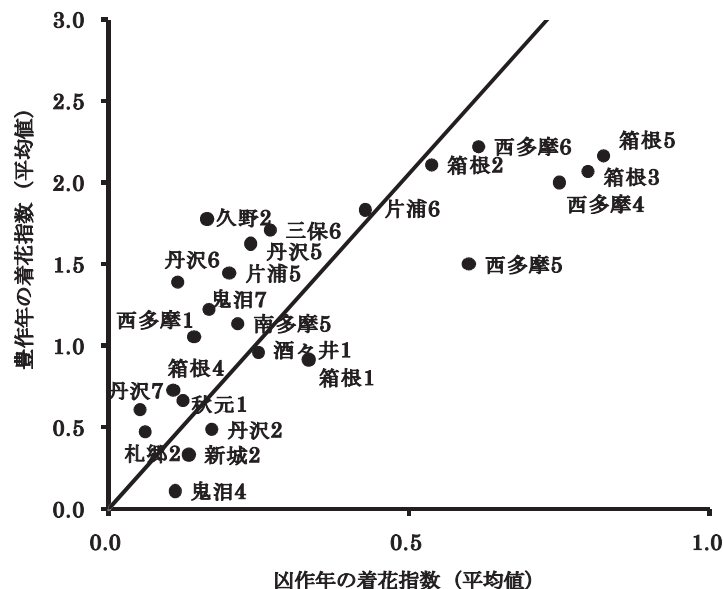
注) 前年の日照時間は調査地近隣の横芝光町の7月から8月までの日照時間（気象庁アメダスデータ）

第3表 着花指数の分散分析によるF値と広義の遺伝率

年	豊凶	着花指数 平均値	クローン間の F値	広義の遺伝率 (%)
1998	並作	0.77	3.73 ^{**}	28.2
1999	凶作	0.34	4.19 ^{**}	31.4
2000	豊作	1.13	6.57 ^{**}	39.6
2001	豊作	1.13	5.93 ^{**}	41.9
2002	豊作	1.44	5.36 ^{**}	39.0
2003	並作	0.74	2.95 ^{**}	21.9
2004	凶作	0.30	2.13 ^{**}	13.9
2005	豊作	1.38	4.27 ^{**}	32.2
2006	凶作	0.39	1.58 ^{NS}	7.7
2007	凶作	0.24	2.34 ^{**}	17.9
2008	豊作	1.35	7.35 ^{**}	48.0
2009	豊作	1.08	2.03 [*]	14.6
2010	凶作	0.26	2.01 ^{**}	12.6

注1) *, **, NS: 5%, 1%水準で有意差あり, 有意差なし

2) 広義の遺伝率は雄花着花形質の発現程度を表す指標



第2図 凶作年と豊作年における各クローンの平均着花指数

注1) 図中の実線はクローン全体の凶作年及び豊作年の着花指数の平均値

(0.31, 1.27)と原点を通る直線

2) クローン名の「号」を省略

平均は凶作年で0.31, 豊作年で1.27であり, この比(以下豊作/凶作比とする)は4.10であった。凶作年で着花指数が低いクローンは豊作年でも低い傾向があり, 多くのクローンの豊作/凶作比は4に近い値であった。しかし, 「丹沢6号」及び「久野2号」の豊作/凶作比はそれぞれ12.0及び10.8であり, 豊作年で着花性がより高まる傾向があった。これに対して, 「西多摩4号」, 「西多摩5号」, 「箱根3号」, 「箱根5号」の豊作/凶作比はそれぞれ2.67, 2.50, 2.59, 2.63であり, 豊作年でも着花性が高まら

ない傾向があった。

ヒノキの雄花着花性に調査年とクローンにより違いがあることは, 齋藤・明石(2004)による4年間の調査結果, 遠藤・明石(2003)による5年間の調査結果で報告されているが, 今回は13年間という長い期間の調査データを用いて検証できた。

また, 調査年ごとの分散分析から, 広義の遺伝率は7.7~48.0%, 平均26.8%と推定された(第3表)。この中で豊作年の広義の遺伝率は平均35.9%, 凶作年の平均は16.7%で

あり、豊作年の広義の遺伝率は凶作年の値より大きくなる傾向が認められた。齋藤・明石 (2004) は神奈川県において豊作年の2年とやや凶作年の1年のデータから、広義の遺伝率を30～45%と推定しており、本調査での豊作年の値はこれと同程度であった。広義の遺伝率はその形質の発現程度を示す指標であり、クローンが遺伝的に持っている着花性の性質は、豊作年により発現されやすいことが明らかとなった。したがって、豊作年の雄花着花状況から花粉の少ないヒノキクローンを選抜することがより効率的であると考えられる。

なお、スギ花粉症に対する疫学的調査から、年毎のスギ・ヒノキ科の花粉飛散数と花粉症患者数には高い正の相関があること (西端・斎藤, 2002)、スギまたはヒノキ花粉が大量飛散する時期のみ出現する症状があることなどから (岩谷ら, 1994)、豊作年のデータから花粉の少ないクローンを選抜することは、花粉症対策面からも効果が高いと考えられる。

2. 花粉の少ないクローンの選抜

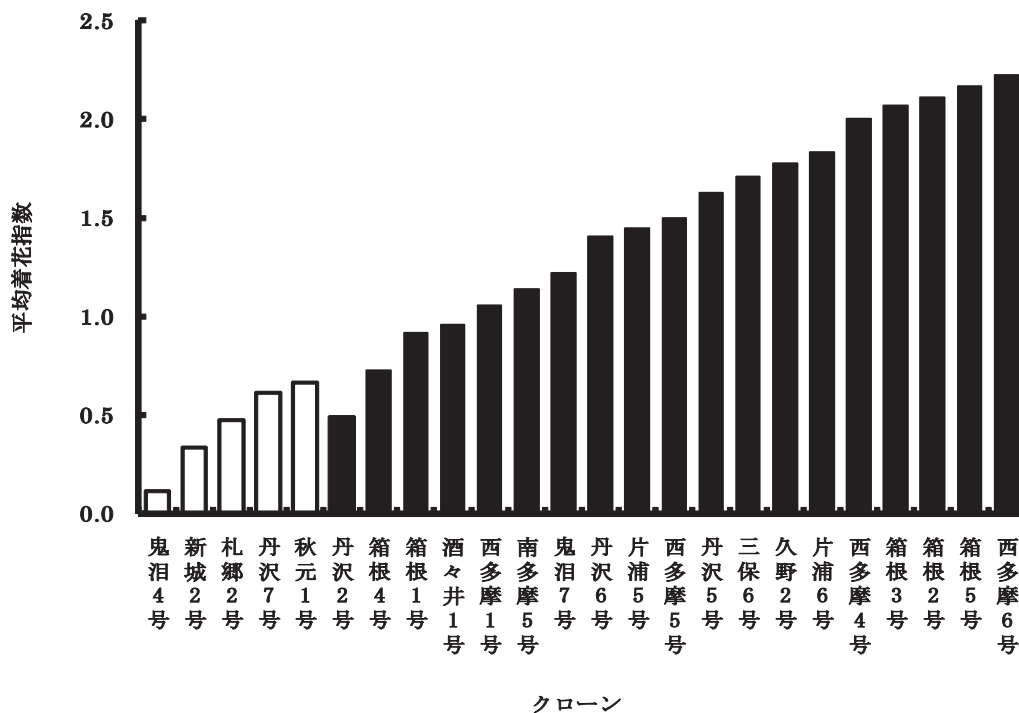
豊作年であった6か年のクローンごとの平均着花指数を第3図に示す。最も平均着花指数が低かったのは、「鬼泪4号」の0.11であり、続いて「新城2号」の0.31、「札郷2号」の0.48だった。これらのクローンは、豊作年以外でもほとんど雄花が着いていなかった。そこで、豊作年において最も平均着花指数が低かった「鬼泪4号」を基準とし、その他のクローンと比較した結果、「新城2号」、「札郷2号」、

「丹沢7号」、「秋元1号」とは有意差が認められなかったため、「鬼泪4号」を含めた上記5クローンを、千葉県に適した花粉の少ないクローンとして選抜した。

なお、選抜クローンのうち「新城2号」は林野庁の少花粉ヒノキ品種として登録されている。また、最も着花指数の低かった「鬼泪4号」は、(独) 森林総合研究所林木育種センター優良品種評価委員会において、2010年11月に新たに林野庁の少花粉ヒノキ品種に追加された。

花粉症対策用の種子を生産するためには、少花粉の特性のみならず、千葉県の気候風土に適し、成長及び形質が良好であることが重要である。「鬼泪4号」、「札郷2号」、「秋元1号」は千葉県産の精英樹であり、特に「鬼泪4号」は成長等が優れていることから、関東育種基本区の推奨品種に選定されている (林木育種センター, 2006)。「新城2号」、「丹沢7号」も、次代検定林の調査から地元産のヒノキと同程度以上の成長を示しており (増田ら, 1991; 遠藤ら, 2001; 遠藤・小平, 2002)、今回選抜されたクローンは少花粉の特性を持ち、かつ千葉県の環境で良好な成長が期待できる林業用優良品種である。

今後は、選抜した5クローンを活用して花粉症対策種苗の供給に取り組んでいく。ヒノキの雄花着花性は母樹から十分に遺伝することが明らかになっているため (遠藤・明石, 2003; 坪村ら, 2009)、2011年より既存の採種園にある選抜した5クローンから選択採種を開始し、2015年の春から苗木が供給される予定である。また、本調査地と併せ



第3図 豊作年におけるクローンの平均着花指数

注) 「鬼泪4号」と最小有意差法による5%水準で有意差がなかったクローンを白抜き棒で示す

て、県内のもう1箇所の採種園でも着花調査を継続しており、選抜数の増加を検討していく。さらに、花粉の少ないクローンのみで構成された採種園での早期種子生産方法、外部花粉を考慮した採種園の管理方法の開発にも取り組んでいく。

Ⅳ 摘 要

千葉県に適した花粉の少ないヒノキを選抜するため、ヒノキ採種園に植栽されている精英樹24クロンの雄花着花性を13年間調査した。

1. ヒノキ雄花の着花性は年次変動が大きく、13年間のうち豊作年が6か年、凶作年が5か年であった。また、雄花着花性には調査年及びクローンにより違いがあることが明らかになった。
2. 雄花着花性の広義の遺伝率は、豊作年で平均34.6%、凶作年で平均16.7%と、豊作年の方が雄花着花の遺伝的な発現が高かった。
3. 豊作であった6か年の平均着花指数が最も低かった「鬼泪4号」を基準とし、これと豊作年の着花指数に有意差が認められなかった、「鬼泪4号」、「新城2号」、「札幌2号」、「丹沢7号」、「秋元1号」の計5クロンを千葉県に適した花粉の少ないヒノキとして選抜した。

Ⅴ 引用文献

- 明石孝輝（1978）次代検定林のデータ処理と交配設計。147pp. 公文社。東京。
- 千葉県農林水産部森林課（2010）平成21年度千葉県森林・林業統計書。197pp.
- 遠藤良太・小平哲夫・福島成樹（2001）林業用優良品種の選抜と導入一関・千・4号検定林の定期調査一。千葉林試研報。13:14.
- 遠藤良太・小平哲夫（2002）林業用の優良品種の選抜と導

- 入一関・千・5号次代検定林の定期調査一。千葉林試研報。35:23.
- 遠藤良太・明石孝輝（2003）ヒノキ採種園と次代検定林の雄花着花状況から推定した遺伝率と育種効果。日林誌。85:241-244.
- 岩澤勝巳・小平哲夫（1995）千葉県における花粉の少ないスギの選抜。日林関東支論。47:55-56.
- 岩谷雅子・高柳 幹・尾上洋一・村上巧啓・岡田敏夫・剣田幸子・寺西秀豊・槻 陽一郎（1994）スギ花粉症患者における花粉数と臨床症状との関連性についての検討（1993年）。花粉症研究会。6:7-10.
- 増田勝巳・小平哲夫・遠藤良太（1991）スギ・ヒノキ精英樹の特性把握一次代検定林の定期調査一。千葉林試研報。25:102.
- 西端慎一・斎藤洋三（2002）都市部（東京都）の一診療所におけるスギ花粉症患者の受診動態。日耳鼻。105:751-758.
- 大庭喜八郎・勝田 柁（1991）現代の林学・5 林木育種学。337pp. 文永堂出版。東京。
- 林木育種センター（2006）関東育種基本区ヒノキ推奨品種特性表（平成17年度）。24pp.
- 森林総合研究所林木育種センター（2010）平成21年版2009年報。174pp.
- 林野庁（2007）平成18年度花粉の少ない品種選定に関する調査報告書。157pp.
- 齋藤央嗣・明石孝輝（2004）ヒノキの着花性のクローン間変動。林木の育種。211:1-7.
- 坪村美代子・中田了五・武津英太郎（2009）人工交配家系を用いたヒノキ雄花着花性の遺伝性。関東森林研究。60:97-100.
- 山本茂弘・袴田哲司・近藤 晃（2005）静岡県産ヒノキ精英樹からの少花粉系統の選抜。静林技セ研報。33:1-7

Selection of Japanese Cypress (*Chamaecyparis obtuse*) Producing Scant Pollen in Chiba Prefecture

Saki KOBAYASHI and Ryota ENDO

Key words : Japanese cypress, male flower setting, selection, broad-sense heritability

Summary

To select Japanese cypress producing scant pollen in Chiba Prefecture, we studied the male flower-setting of 24 tree clones in a seed orchard over a 13-year period.

1. The annual change in male flower-setting rate was large. Six of the 13 years were good crop years and five were poor crop years. There were significant differences in male flower production between years and between clones.
2. The mean broad-sense heritability of male flower-setting was 34.6% in good crop years, and 16.7% in poor crop years, and the clone effect of male flower-setting was higher in good crop years. We therefore selected Japanese cypress producing scant pollen from male flower-settings in good crop years.
3. We selected five clones (Kinada 4, Shinshiro 2, Fudagou 2, Tanzawa 7 and Akimoto 1) as a Japanese cypress producing scant pollen in Chiba Prefecture based on Kinada 4. Kinada 4 had the lowest average flower-setting in good crop year.