

少花粉スギ種苗の増産技術の開発
閉鎖型ハウスによる少花粉スギ優良種子の増産
川上 鉄也

目 次

要 旨

I はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

II 材料および実験（調査）方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

 1 採種園の造成

 2 着花促進処理

 3 雌雄花着花特性調査

 4 閉鎖区における授粉の促進

 5 種子特性調査

 6 高密度織布による外部花粉の遮断効果の検証

III 結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7

 1 採種母樹の生育状況

 2 雌雄花着花特性

 3 雌雄花開花の推移

 4 花粉飛散数

 5 高密度織布による外部花粉の遮断効果の検証

 6 気温の比較

 7 種子特性調査

IV 考察・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

 1 高密度織布による物理的隔離

 2 気温差による時間的隔離

 3 高温障害の回避対策

 4 SMPによる授粉の促進

 5 閉鎖ハウスにおける採種量

V 謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

VI 引用文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

要 旨

少花粉スギ採種園における園外花粉による花粉汚染対策として、農業ハウスを用いた閉鎖型採種園による優良種子の増産を試みた。花粉遮断性と通風性を併せ持つ高密度織布をハウスの巻き上げ部に装着した結果、外部花粉の遮断率は96.7%となり、外部花粉のハウス内への流入を防止できた。また、閉鎖したハウスの温室効果により、ハウス内の採種母樹の開花日が24日間早まり交配期間がずれたため、外部花粉の交配機会を減らす効果があった。さらに、採種母樹を可搬式に仕立て、交配期間終了後、露地に搬出移動すること

により、ハウス内の気温上昇による採種母樹の高温障害の発生を回避できた。

閉鎖区において、扇風機によるハウス内の空気循環、母樹の振とうによる花粉飛散の促進、SMPによる3回の授粉を実施した結果、交配期間中の総空中花粉数は、2,809粒/cm³を数えたが、開放区の5,265粒/cm³と比較して約半数であり少なかった。

採種年における開放区の採種母樹は樹高2.8±0.4m(S.D)で採種量122.0g/本、発芽率27.3%の種子が得られたが、閉鎖区の大鉢植栽による可搬式採種母樹は樹高1.8±0.3m(S.D)で採種量61.8g/本、発芽率15.3%と比較的低率となった。今後、SMP施用等の最適化をはかる必要がある。

キーワード：少花粉スギ、園外花粉、閉鎖型採種園、雌雄花着花性、SMP

受付日 令和6年3月15日

受理日 令和7年3月12日

課題名 少花粉スギ種苗の増産技術の開発（国庫課題：令和元～5年度）

I はじめに

少花粉スギの造林用種子は、雄花着花性が1%未満の個体を第1世代精英樹の中から選抜し、クローン増殖して採種園を造成したのち、自然交配によって生産されている。採種園では、構成ラメート間のみ任意交配が理想である¹⁰⁾が、採種園は主に野外の露地に造成されている。スギは主要造林樹種であり採種園周辺には多くの林分があることから、採種園を構成する母樹以外の園外花粉の影響を受けない理想的な採種園の立地を求めることは困難である。そのため、採種園周辺に広がるスギ林分からの花粉飛散による園外花粉が容易に園内に流入し、花粉汚染を少なからず引き起こし⁹⁾、後代実生苗の少花粉特性の低下が懸念されている。

花粉汚染を低減するため、野外に造成された採種園をブルーシート等により半閉鎖的に被覆し、SMP(Supplemental Mass Pollination)を施用して種子を得た事例⁶⁾、閉鎖されたガラス室内に採種園を造成することにより、園外花粉汚染を防止して種子を得た事例³⁾、さらに、厳格な花粉管理が必要となる無花粉スギの種子生産において、ビニールハウス内に採種園を造成し、SMPの施用により高品質の無花粉スギ種子を得た事例²⁾などの取り組みがなされている。

少花粉スギ人工交配家系を用いた少花粉特性の狭義の遺伝率は、約0.8と非常に高い遺伝的形質であり⁴⁾、少花粉スギのミニチュア採種園で生産された実生苗は、従来採種園産よりも雄花着花量が少ないこと、また、少花粉スギ間の交配による実生苗は、少花粉スギミニチュア採種園の実生苗より雄花着花量が少なくなることが検証されているが、より高品質な種子の増産を目標として、さらに園外花粉の影響を低減する必要があることが指摘されている⁵⁾。

2つの繁殖集団を隔離する方法は、互いに生殖的な影響が生じない十分な距離を確保することのほかに、集団全体を遮蔽材で覆う物理的隔離と、近傍の集団間との開花期の重

複を避ける時間的隔離とがある¹⁾。

本課題では、網戸材として開発され、花粉、ダスト、粉塵などの室内への侵入防止に効果があり、通気性にも優れた高密度織布をハウス巻き上げ部に活用した場合の物理的隔離効果、ハウス内の温室効果によって野外との気温差を利用した開花期調節による時間的隔離効果、そして、閉鎖ハウス内に定置した可搬式採種母樹の花粉飛散量、SMP施用による授粉の補完方法について検討し、閉鎖型採種園による少花粉スギ優良種子の増産を試みた。

II 材料および実験（調査）方法

1 採種園の造成

福島県林業研究センター（福島県郡山市）苗畑に、被覆材で内部を閉鎖できるパイプハウス（以下「閉鎖区」）を1施設造成した。また、従来型の露地仕立てによるミニチュア採種園（以下「開放区」）を1施設造成した。試験には、県内で選抜された少花粉スギ5系統、北関東育種基本区内で選抜された5系統の合計10系統を供試した（表-1）。

表-1 供試系統

番号	系統名	供試数(本)	
		開放区	閉鎖区
1	河沼1	7	3
2	南会津4	7	3
3	東白川9	7	3
4	坂下2	7	3
5	石川1	7	3
6	久慈17	7	3
7	利根3	7	3
8	利根6	7	3
9	南那須2	7	3
10	北群馬1	7	3
計		70	30

(1) 閉鎖区の造成

閉鎖区には、パイプハウス（横幅4.1m×縦幅18.0m×最大高さ2.6m（床面積72.0㎡）を農P0ベジタロンNEXTSで被覆したP0フィルムハウスを使用した。ハウス側面の巻き上げ部（横幅0.7m×縦幅17.0m）には高密度織布（クロスキャビン[®] 住江織物株式会社製）を敷設した（写真-1）。クロスキャビン[®]は、網戸材を用途として開発された網目径80μmのポリエステル織布で、花粉、ダスト、粉塵などの室内への侵入防止機能を持ち、通気性にも優れている。

閉鎖区内に配置する母樹は、搬出移動が可能な可搬式として仕立てた（写真-2）。用土は、畑土（黒ボク土）：鹿沼土：腐葉土＝7：2：1の容積比で良く混合し、ハウス高2.6m以内に母樹の樹高を抑えるため、根系制限栽培により大型鉢（NPポット60 径51.5cm×高42.0cm 容積60L）を用いて、2019年6月に供試苗を1系統あたり3本合計30本植栽したのち、毎年1回6月に1鉢につき200gを施肥（N-P-K-Mg＝10-10-10-1）した。灌水は、毎夕1回大鉢の底から水が滲出する程度に手散水した。

交配期直前の2021年12月24日に、可搬式母樹30鉢をハウス内に搬入してランダム配置したのち、巻き上げ部の織布を降ろしてハウスを閉鎖した（図－1）。



写真－1 ハウス巻き上げ部への高密度織布の敷設



写真－2 可搬式母樹の育成

扇風機	7	5	9	7	2	9	3	2	9	4	扇風機
	10	1	8	3	1	6	4	7	1	8	
	3	2	6	4	10	5	8	10	6	5	

図－1 閉鎖区の採種母樹配置

（2）開放区の造成

2019年6月に、苗畑内に露地仕立てによるミニチュア採種園を造成し対照区とした。採種園の配置型を9型とし、植栽間隔1.5mで1系統あたり7本合計70本植栽した。毎年1回6月に1本につき200g施肥（N-P-K-Mg=10-10-10-1）し養成した（図－2）。

3	8	5	6	9	5	4	6	7	1
2	9	7	3	4	7	10	2	4	9
7	1	6	2	10	8	5	8	3	7
10	8	9	4	1	4	6	9	4	6
3	1	2	6	8	10	2	1	5	1
5	10	8	10	7	5	6	8	2	3
3	2	9	4	3	10	7	9	5	1

図－2 開放区（対照区）の採種母樹配置

2 着花促進処理

交配前年の2021年7月12日に雄花誘導のために50ppmジベレリン（GA3）水溶液、8月3日に雌花誘導のために100ppmジベレリン水溶液を、母樹1本あたり200mL程度、葉

面散布した。また、2021年10月27日に、受粉期直前の全母樹の樹高、根元径について毎木調査した。

3 雌雄花着花特性調査

供試した各系統の雌雄花着花、雌花開花および花粉散布時期について観察記録するとともに、交配環境として気温および花粉飛散量について、下記により調査した。

(1) 雌雄花着花性

閉鎖区において母樹の樹幹部を上・中・下部に分け、2021年12月17日に下記により指数評価した。

雄花：雄花着生枝の割合(指数 4 : 3/4以上、3 : 3/4から1/2以上、2 : 1/2～1/4以上、1 : 1/4未満、0 : なし)

雌花：雌花着生枝の割合(指数 3 : 3/4以上、2 : 3/4～1/4以上、1 : 1/4未満、0 : なし)

(2) 雌花開花の経過観察および可搬式母樹のハウス外搬出

閉鎖区において雌花の開花が観察され始めた2022年2月4日から閉花が完了した3月14日まで、開放区において雌花の開花が観察され始めた3月11日から閉花が完了した2022年4月4日までの期間中、各系統の標準1個体を選定し、雌花開花から閉花に至る経過を観察した。雌花の開花ステージは橋詰(1973)に準じて図-3により判定した。また、閉鎖区において全系統の雌花の閉花を確認した3月14日に、可搬式母樹をハウス外に搬出した。

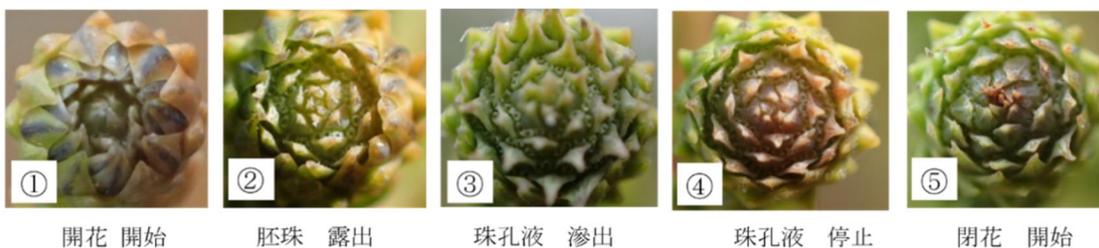


図-3 雌花(♀)開花ステージの判定

(3) 気温および花粉飛散量

ハウスを閉鎖した翌日の2021年12月25日から2022年4月7日まで、データロガー(KT-255F 藤田電気製作所)により閉鎖区および開放区の気温をそれぞれ測定記録した。また、閉鎖区において花粉飛散が確認された2022年2月4日から3月11日まで、開放区において3月11日から4月7日までの期間中、ダーラム式標準花粉検索器を用いて、閉鎖区および開放区の1 cm³あたりの花粉数を顕微鏡下で計数した。

4 閉鎖区における授粉の促進

(1) ハウス内空気の循環促進

閉鎖区において、雄花の花粉飛散が確認され、雌花の受粉が可能になった2022年2月15日から3月11日までの期間中、ハウス内に扇風機(スイファン 株式会社スイデ

ン製)を設営し、毎日10時から14時まで連続稼働してハウス内の空気を循環させるとともに、母樹を手で揺さぶり花粉飛散を促した。扇風機は、羽直径45.0cm、最大風量202m³/分で、ハウス両端に2台、設置高1.2m、仰角20度、首振角75度に設定した(図-1)。

(2) SMPによる授粉の補完

少花粉スギは、ジベレリン処理後も雄花着花が僅少な母樹が多く、閉鎖区で花粉親として活用する場合、補完的な花粉散布が必要であることからSMPを3回施用した。

使用した花粉は、交配当年に閉鎖区内で、花粉散布の開始時期を早期に迎えた石川1および南会津4の雄花から採集したものと、遺伝資源保存園に集植保存された、雄花序着生が旺盛な南会津4から、水差し法により採集保存したものを使用した(表-2)。交配作業は、花粉交配機(SK-6SL ミツワ)を用いて、雌花の珠孔液の滲出を目視で確認しながら花粉を散布した(写真-3)。なお、同一系統の授粉は避けた。

表-2 SMPの施用 (2022年)

SMP実施日	施用量(g)	花粉親	花粉採集場所
2月26日	5	石川1号	閉鎖区内
2月28日	5	南会津4号	閉鎖区内
3月4日	10	南会津4号	遺伝資源保存園



写真-3 花粉交配機

5 種子特性調査

2022年10月31日に、閉鎖区および解放区の母樹から個体毎に全球果を採取した。球果は自然乾燥後、種子を精選し個体毎の収量を計量したのち、発芽鑑定に供するまで種子貯蔵庫で5℃保存した。発芽鑑定は、国際種子検査規約による方法で実施し、1000粒重、発芽率を求めた。閉鎖区の平均1000粒重は各系統の採取量の加重平均を算出し、平均発芽率は、各系統の期待発芽種子数の加重平均を算出した。

6 高密度織布による外部花粉の遮断効果の検証

2023年2月23日から4月3日までの花粉飛散期間中、ハウス側面巻き上げ部に高密度織布を敷設したハウス内部を水洗浄したのち閉鎖し、ハウス内外に各1台ずつ計2台のダーラム式標準花粉検索器を設置して、1cm²あたりの花粉数を顕微鏡下で計数した。

Ⅲ 結果

1 採種母樹の生育状況

2019年6月の植栽後、3生長期間を経過し、着花促進処理実施年に当たる2021年10月に母樹サイズを測定した。閉鎖ハウス内で用いるために大鉢に植栽し、露地で養成した可搬式母樹(n=30)は、樹高平均 $1.8 \pm 0.3\text{m}$ (S.D)、根元径平均 $32.2 \pm 11.7\text{cm}$ (S.D)に生育した。一方、露地に植栽した開放区の採種母樹(n=68)は、樹高平均 $2.8 \pm 0.4\text{m}$ (S.D)、根元径平均 $56.5 \pm 11.8\text{cm}$ (S.D)に生育した。両者間に樹高平均約1.0m、根元径平均で約24.3mmの差が生じた。

2 雌雄花着花特性

調査の結果、雌花は、東白川9が着花指数3.0と最も多くの着花があった。次いで北群馬1が指数2.9、以下、指数が大きい系統から順に利根6、南会津4、石川1、坂下2が指数2.0以上であり、指数1.5と最も指数の小さい河沼1から最も大きい東白川9まで着花指数に約2倍の差があった(図-4)。

雄花は、久慈17が着花指数3.3と最も多くの着花があった。次いで北群馬1が指数3.0、以下、指数が大きい系統から順に石川1、南会津4、利根3、東白川9が指数2.0以上であった。一方、坂下2、利根6の2系統は着花指数0.3以下となり、雄花着花が極端に少なかった。今回供試した少花粉スギにおいて、系統別に雄花着花量は10倍以上の偏りが観察された(図-4)。

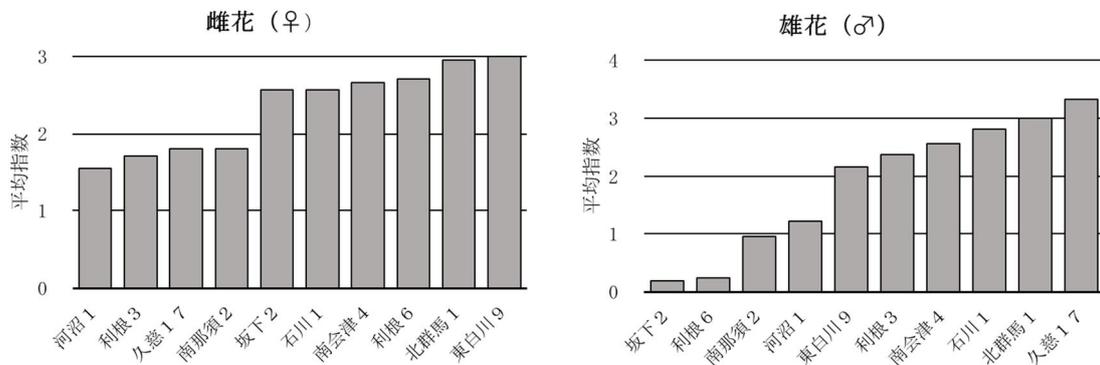


図-4 閉鎖区における母樹別の雌雄花平均着生指数

3 雌雄花開花の推移

2022年12月24日にハウスを閉鎖した後、2023年2月4日に、石川1が花粉散布を開始した。この期間中、雌花は全系統において開花開始はなかった。

続く2月14日、南那須2、河沼1が花粉散布を開始した。雌花は、河沼1、坂下2、石川1、利根6、北群馬1の5系統の胚珠が露出した。この日から、ハウス内の扇風機を稼働(10:30~14:30)させながら花粉散布を始めた母樹を手で揺さぶり花粉散布を促した。

2月21日には全系統で花粉散布が見られ、雌花の全系統で胚珠露出、珠孔液滲出が観察された。3月3日には河沼1、坂下2の2系統で花粉散布が終了した。3月9日

には、雌花の全系統で珠孔液滲出が停止し閉花を開始した。3月11日には、全系統で花粉散布が終了した。閉鎖区において、雄花の花粉散布期間は2月4日から3月11日の36日間、雌花の受粉可能期間は2月14日から3月9日の24日間となり、両期間はおおむね重複していた。

一方、開放区では、3月9日に石川1が花粉散布を開始し、3月11日には雌花の胚珠露出が観察された。3月17日には、全系統で花粉散布を開始し、雌花の全系統で胚珠露出、珠孔液滲出が観察された。4月3日には、雌花の全系統で珠孔液滲出が停止し閉花を開始した。4月4日には、全系統で花粉散布が終了した。雄花の花粉散布期間は3月9日から4月4日の22日間、雌花の受粉可能期間は3月11日から4月3日の21日間となった（図-5）。

閉鎖区の受粉可能期間が、開放区に比較して24日程度早まった結果、開放区の母樹のほか野外での花粉飛散が開始される前に、閉鎖区内の受粉可能期間は終了しており、外部花粉による受粉可能性は極めて低いものと考えられた。

4 花粉飛散数

調査の結果、閉鎖区では、2022年2月15日から3月11日まで花粉飛散が観察され、期間中合計2,809粒/cm²の花粉が計数された。SMP施用した2月26日は411粒/cm²、2月28日は500粒/cm²、3月4日は309粒/cm²と特に多くの花粉が計数された。

一方、開放区では2022年3月7日から4月4日まで、採種園母樹からの花粉散布が観察され、期間中合計5,265粒/cm²の花粉が計数された。両区を比較すると、閉鎖区内は、開放区の54.3%の花粉飛散数であったことが推定された。

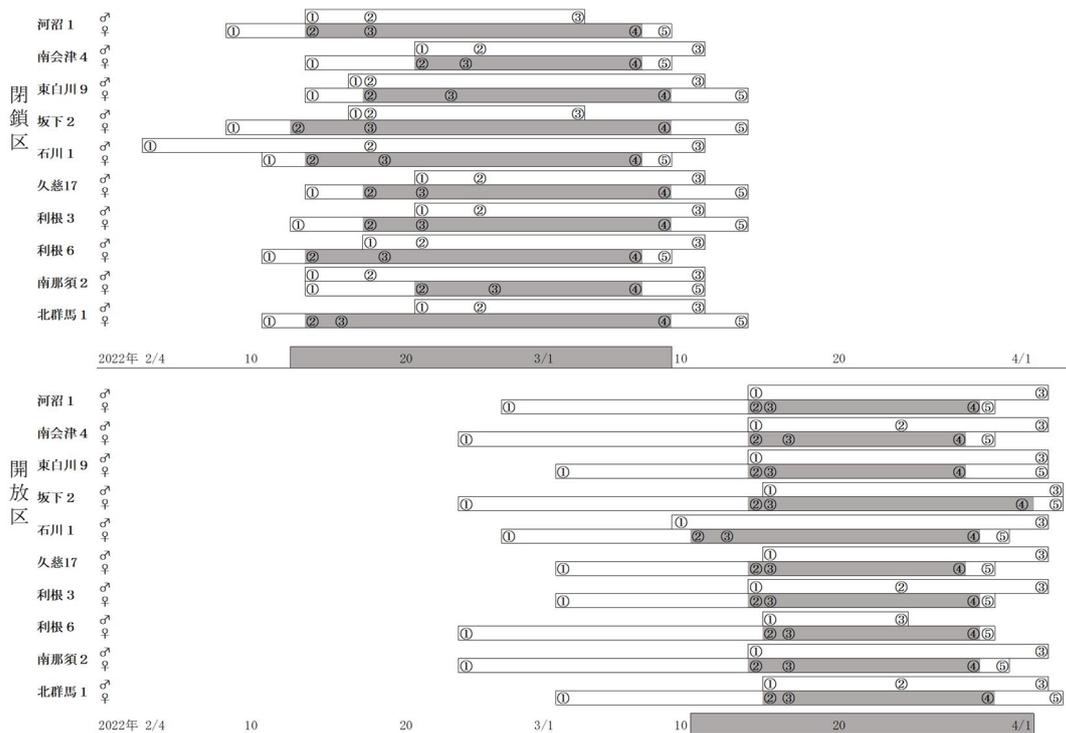
なお、4月4日以降、ヒノキ花粉の混入が観察され始め、4月7日以降その混入割合が増加した（図-6）。

5 高密度織布による外部花粉の遮断効果の検証

調査の結果、期間中の積算花粉捕捉数は、開放区では16,978粒/cm²、閉鎖区では554粒/cm²を計数し、高密度織布による物理的な外部花粉遮断率は96.7%と高率であった（表-3）。

表-3 織布による外部花粉の積算花粉捕捉数および遮断率

区 別	花粉捕捉数 (粒/cm ²)
閉 鎖 区(A)	554
開 放 区(B)	16,978
外部花粉遮断率(1- (A/B))×100 (%)	96.7

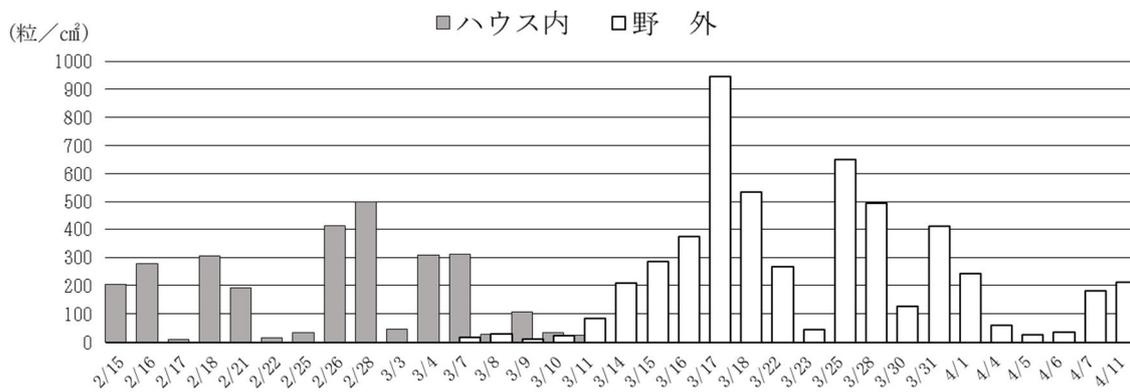


図一五 閉鎖区および開放区における雌雄花開花状況

凡 例

雄花 (♂) : ①花粉飛散開始 ②最盛期 ③花粉散布終了

雌花 (♀) : ①開花開始 ②胚珠露出 ③珠孔液滲出 ④珠孔液停止 ⑤閉花開始
(交配可能期間)



図一六 閉鎖区および開放区における花粉飛散数の推移
(2022年2月15日～4月11日)

6 気温の比較

2021年12月から2022年4月の交配期間において、閉鎖区および開放区の気温を測定した結果、閉鎖区内の日平均気温は0.2~17.6℃、最低気温は1月7日の-5.9℃、35℃以上の最高気温を記録した日は、1月期に1日、2月期に4日、3月期に5日出現した。一方、開放区では日平均気温は-3.5~15℃であり、最低気温は-9.9℃、25℃を超える高温日は無かった（図-7）。

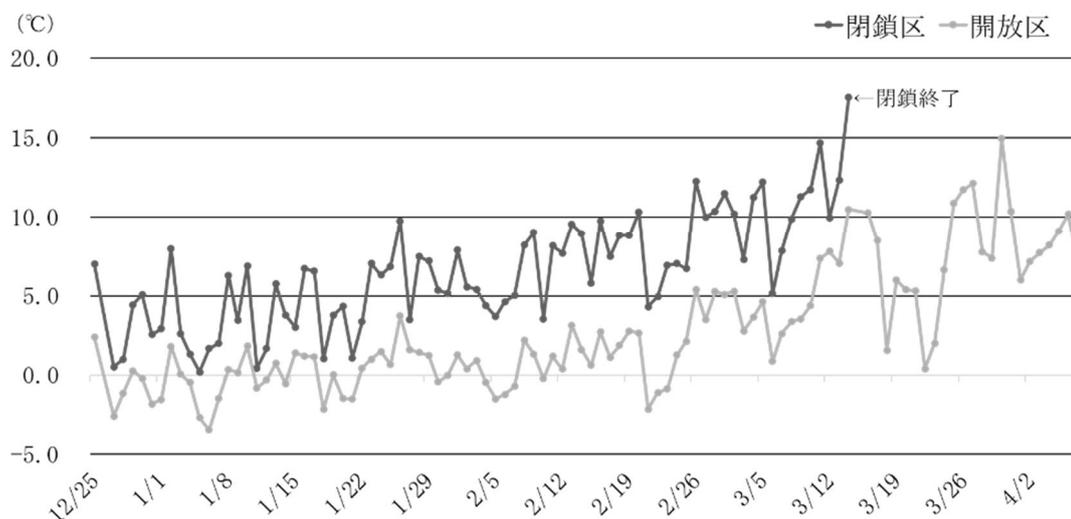


図-7 閉鎖区および開放区における日平均気温の推移
(2021年12月25日~2022年4月7日)

7 種子特性調査

開放区の採種園母樹（68本）の全採種量は8,300gで、母樹1本当りの平均採種量は122.0gとなった。種子の1000粒重は、全母樹平均で2.26g、発芽率は27.3%であった。

一方、閉鎖区の採種園母樹（30本）の全採種量は1,854g、母樹1本当りの平均採種量は61.8gとなった。閉鎖区の各系統の採種量は、坂下2、北群馬1が最も少なく51.0g、久慈17が最も多く326.1gとなった。種子の1000粒重は、坂下2の1.58gから東白川9の3.96gまで見られ、採種量の加重平均で2.91gであった。

発芽率は、久慈17の11.5%から南会津4の21.8%まで見られ、種子粒数の加重平均で15.3%であった（表-4）。坂下2、北群馬1は球果が小粒であり、1000粒重も小さく種子採種量も少なく、南那須2、久慈17は球果が大粒であり、1000粒重も大きく、種子採種量が多かった。

表－４ 閉鎖区における系統別種子 1000 粒重、発芽率

系統名	採取量(g)	1000粒重(g)	発芽率(%)
坂下 2	51.0	1.58	13.0
北群馬 1	51.0	1.79	14.5
河沼 1	117.9	2.11	15.8
利根 3	171.9	3.49	11.8
石川 1	185.1	2.59	15.3
利根 6	183.0	2.13	13.0
東白川 9	222.0	3.96	12.8
南会津 4	237.0	2.71	21.8
南那須 2	309.0	3.73	15.5
久慈 1 7	326.1	2.83	11.5
平均	—	2.91	15.3
合計	1,854.0		

IV 考察

1 高密度織布による物理的隔離

本課題では、網戸材を主用途として開発され、花粉、ダスト、粉塵などの室内への侵入防止機能を持ち、通気性にも優れた高密度織布を、ハウスの巻き上げ部に敷設して閉鎖採種園を実装し、園外花粉遮断の実用性を検証した。

その結果、高密度織布による物理的な外部花粉遮蔽率は96.7%となり、高率な物理的隔離がなされた。また、通気性があり、交配期間中のハウス内気温の上昇に応じて巻き上げ部を開閉操作することにより、高温による生育障害の発生を回避できた。

今回用いた高密度織布をハウスに敷設して2年経過した現在、裂け、破れなど破損は生じておらず、織布の耐候性を確認した。

2 気温差による時間的隔離

高密度織布を用いてハウスを閉鎖密閉することにより、ハウス内外において気温差が生じ、その温室効果で閉鎖区における受粉可能期間が24日程度早まった結果、開花期調節による時間的隔離ができることを確認した。

3 高温障害の回避対策

樹木は、生育適温を超えた高温下に長期間晒されると、生理機能の低下をはじめ種子稔性の低下など高温障害が発生する恐れが生じる。ハウスを閉鎖施設として用いる場合、母樹の高温障害発生を回避する必要がある。ハウス内の最高気温が35℃を超えた日は、1月期に1日、2月期に4日、3月期に5日観察された。

室内気温の上昇抑制対策としては、花粉遮断性と通気性を持つ高密度織布をハウス巻き上げ部に装着し、交配期間中、室内気温上昇に応じて適宜開閉を繰り返した。また、閉鎖採種園の採種母樹を可搬式で仕立て、交配前年の12月下旬にハウス内に移動して閉鎖し交配期間を経たのち、期間の終了時点で母樹をハウス外に搬出し、露地で育成したことによって高温障害の発生を回避できた。

4 SMPによる授粉の促進

雌雄花着花特性調査の結果、少花粉すぎは、ジベレリン着花促進処理による雌雄着花性において系統により大きな差異があり、閉鎖ハウス内において花粉不足が発生し得ることを確認した。今回供試した系統においては、雄花着花が極端に少ない2系統があることが判明し、閉鎖区内の花粉量の不足が懸念された。そのため、SMPによる3回の授粉を施用した結果、施用後の閉鎖区内の空中花粉カウント数は各回とも増加したことから、交配に寄与する花粉の補完的な供給がある程度なされたものと推定される。

人工交配の成否は、花粉の質とともに量が重要であり、花粉が不足すれば種子収量が低下することが知られ、花粉量の多寡により受粉成功率が左右される⁷⁾。今回、授粉促進のためSMPの施用と併せて、母樹の手作業による振とうと、扇風機による室内空気の攪拌を実施した。しかし交配期間中の空中花粉の総カウント数は、開放区5,265粒/cm³を計数したが、一方、閉鎖区は2,809粒/cm³となり、開放区の約半数に留まった。また、開放区の発芽率は27.3%となったが、一方、閉鎖区の種子発芽率は、採種量の加重平均で15.3%となり、開放区の約半値程度であった。

開放区での空中花粉飛散量の調査結果を元に、適切なSMPの施用量を推定した場合、開放区と同程度の種子発芽率を得るためには、閉鎖区において、今回試行したSMPによる授粉の補完、扇風機によるハウス内空気の攪拌、母樹の振とう作業による花粉飛散の促進作業を併せて、500~900粒/cm³程度の花粉捕捉が可能な空中花粉濃度で、SMPを複数回実施する必要があるものと考えられる。また、雄花着花特性の調査結果では、母樹の雄花着花性に大きな偏りが生じていることが明らかになったことから、坂下2、利根6、南那須2、河沼1の4母樹は、SMPによって閉鎖区内の花粉散布を補完し、次世代への均等寄与をはかる必要がある。さらに、SMP施用の最も効果的な実施時期、実施回数について検討する必要がある。

人工交配に使用する花粉量を、大幅に節減できる溶液授粉も試行され効果が認められており⁸⁾、今後、さらに効率が良く、確実な授粉方法の開発が望まれる。

5 閉鎖ハウスにおける採種量

種子採取量は、開放区(n=68)においては総採種量8.3kg、1本当たり平均採取量は122.0g採種できた。一方、大鉢に可搬式で仕立てた閉鎖区(n=30)では総採種量1.8kg、1本当たり平均採種量は61.8gとなった。一般に採種母樹の樹幹部に岐出する枝条量が多いほど採種量は増加する。植栽後3生長期を経過したジベレリン処理時点での母樹の平均樹高は、開放区で2.8m、閉鎖区で1.8mに生育したが、ハウス天井高さ以上に生育した母樹の一部は断幹を実施した上でハウス内に格納せざるを得ず、使用可能な母樹の樹高としては、2.0m程度に制限せざるを得なかった。事業的に年間10kg程度の種子需要を賄うためには、今回試行したハウス5棟、可搬式採種母樹150本、3年サイクルで連年採種を想定すれば450本程度の可搬式母樹の準備が必要となるものと推定された。

今後、遺伝的多様性に配慮した25型、49型配置のミニチュア採種園を造成する場

合、より広い面積を格納できる大型ハウスが必要になる。パイプハウスの大型化、多機能化は目覚ましく、果樹栽培においては、屋根面フィルムを巻き上げるだけで、ハウス栽培から露地栽培に変更可能なフルオープン型ハウスも入手可能となっている。今後、遮光、自動灌水、空気循環、冷暖房など環境制御機能を備えた採種園経営に最適化した閉鎖型大型ハウスの開発が望まれる。

V 謝辞

本試験研究の遂行にあたり、採種園の維持管理、野外実験、調査測定の労苦を共にして頂きました皆様、様々な御助言を与えて下さった関係試験研究機関の研究職員諸兄、また、貴重な試験研究の機会を設けて頂きました関係各位に対しまして、厚く御礼申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 生井兵治(2006)植物集団間の自然交雑と隔離に関する受粉生物学的考察. 農業および園芸81巻1号: 25-32
- 2) 斎藤真己(2019)SMP型室内ミニチュア採種園による無花粉(雄性不稔)スギの種子生産. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研報11: 1-7
- 3) 斎藤真己・平英彰(2006)ガラス室内スギミニチュア採種園の特徴とその有効性. 日林誌88(3): 187-191
- 4) Tsubomura et al.(2012)Inheritance of male flower production in *Cryptomeria japonica*(sugi)estimated from analysis of a diallel mating test. Annals of Forest Science 69: 867-875
- 5) 中村博一(2010)少花粉スギミニチュア採種園から生産した実生苗木の雄花着花特性について. 林木の育種特別号2010: 31-33
- 6) 中村博一(2015)少花粉スギミニチュア採種園における交配実態. 群馬県林試研報19: 62-69
- 7) 橋詰隼人(1973)林木の交配に関する基礎的研究(V) スギの開花と受粉. 鳥大農研報25: 81-96
- 8) 宮本尚子ほか(2021)スギの人工交配における野外での溶液授粉の効果. 森林総合研究所研究報告20巻4号: 311-322
- 9) 森口喜成ほか(2005)分子マーカー情報に基づく採種園の遺伝的管理. 日林誌87(2): 161-169
- 10) Wheeler N.C. and Jech K.S(1992)The use of electrophoretic markers in seed orchard reserch. New Forests 6: 311-328