

スギ採種園における人工交配回数の検討

山田晋也・山本茂弘・猿田けい（静岡県農技研森林研セ）・
山口亮（静岡県研究開発課）・石川佳寛（静岡県西部農林事務所）

人工交配は交配袋をかけた後に、袋の中へ花粉を注入する作業が必要になることから自然交配と比べて作業効率が悪い。そこで、適正な注入回数を明らかにするため、人工交配をして種子生産を行い発芽率の調査を行った。5回注入（開花日から毎週1回注入）は21.3%，2回注入A（開花日から隔週1回注入）は13.3%，2回注入B（2回注入Aとは異なる週で隔週1回注入）は17.6%，1回注入（5回注入日中間に注入）は6.3%，注入なしは1.0%，自然交配は31.5%であった。今回の試験条件では、人工交配では花粉注入回数を多くすると発芽率が高くなったが、自然交配の方が発芽率は高い結果となった。

キーワード：採種園，人工交配，スギ

I はじめに

交配袋を使った人工交配は、発芽率向上、採種園外から飛来する目的外花粉との交配防止などが期待できる。スギ採種園における外部花粉の混入率は、マイクロサテライトマーカーを用いた調査の例では、35～65.8%であったことから（I）、高品質の種子生産を行うためには交配袋などを使った目的花粉との確実な交配が必要である。

しかし、人工交配は雌花が着生した枝の雄花を除いて交配袋をかけた後に、袋の中へ花粉を注入する作業が必要になることから自然交配と比べて作業効率が悪い。また、人工交配の成否は雌花から珠孔液が出るタイミングに合わせて花粉を注入する必要がある、より確実に交配させるため花粉注入回数を増やすことの検討が必要である。

そこで、本研究では定期的に人工交配を実施し、確実に交配させて種子生産するための交配回数を検討し、また、人工交配後、収穫まで不織布製交配袋を着けたまま夏越しすると袋内が高温になることが予想されるため、その種子発芽率への影響を調査した。

II 方法

1. 採種園概要

静岡県浜松市浜北区にある静岡県西部農林事務所有種場の2012年造成スギ採種園（非ミニチュア）において実施した。母樹は少花粉スギ大井1号、大井2号、大井9号、大井11号、天竜1号、天竜2号、天竜4号、天竜8号、天竜13号、伊豆7号、伊豆8号の11系統である。

2. 人工交配

母樹1本に対し雌花の付いた枝を後述の各試験区あたり3本選び、雄花を除いた後に不織布製交配袋（5

を被せた。作業の効率化のため、袋を紐で固定する部分に外部花粉流入防止のための綿や布は使わず、直接ビニールひもで強く締めることとした。交配に使用した花粉の調整は、当年に得られた雄花のついた切枝を水にさし、枝にグラシン紙の袋を被せて雄花を開花させることで花粉を回収した。人工交配には花粉銃を用い、1回の人工交配で約0.05gの花粉を1つの交配袋へ注入した。人工交配の作業は、5回注入は2017年3月1日、3月9日、3月15日、3月24日、3月28日に130袋、2回注入Aは3月9日、3月24日に109袋、2回注入Bは3月15日、3月28日に121袋、1回注入は3月15日に88袋へ実施した。その他、注入無54袋と、種子生産事業の自然交配種子の試験区を設定した。自然交配種子の試験区では、自然交配後、5月にカメムシ防除袋（目合1mm）をかけ、害虫防除のために6月～9月に月1回の頻度でスミチオン乳剤1000倍希釈を防除袋へ薬液が滴る程度に散布した。また、人工交配をした不織布製交配袋の約半分をカメムシの防除袋（目合1mm）に付替え、半分は不織布製交配袋のまま収穫期まで育成した。防除袋に付替えた枝には6月～9月までの間、害虫防除のために1カ月に1回の頻度でスミチオン乳剤1000倍希釈を防除袋へ薬液が滴る程度に散布した。

3. 発芽試験

発芽試験は交配袋毎に得られた種子から100粒を無作為に抽出し、23°Cの条件下で26日間置床して発芽した種子の数を集計した。ただし、100粒を準備できない場合は100粒に換算して集計した。

III 結果と考察

不織布交配袋のまま収穫した球果からの種子と、5月にカメムシ防除袋に付替えて収穫した球果からの種

YAMADA Shinya, YAMAMOTO Shigehiro, ENDA Kei (Shizuoka Pref. Res. Inst. Agri. and Forest Prod. Res. Cent.), YAMAGUCHI Akira (Shizuoka Pref. Res. and Dev. Div.), ISHIKAWA Yoshihiro (Shizuoka pref. Seibu Agri. and Forest. Office), Consideration of artificial crossing frequencies in seed orchard of *Cryptomeria japonica*, shinya1_yamada@pref.shizuoka.lg.jp

子の発芽率を比較したところ、不織布交配袋平均が15.2%、カメムシ防除袋平均が12.4%で統計上有意味な差はなかった (Welch's t-test, $p > 0.05$)。このことから、不織布交配袋からカメムシ防除袋に付替えなくても発芽率への影響はなく、この結果は既往の結果 (5) と同様であった。また、有意差がなかったため後述の、人工交配回数別の発芽率については両者まとめて解析することとした。

人工交配を実施した枝のうち、10月上旬に全試験区で母樹系統が揃っている7系統の袋のみを回収した。5回注入区は合計83袋、2回注入Aは68袋、2回注入Bは79袋、1回注入は68袋、注入無は34袋を回収することができた。種子精選を行った後、発芽試験を実施した結果を図-1に示す。人工交配は注入回数が増えるほど発芽率が高くなる傾向がみられたが、自然交配の発芽率31.5%よりも高い値にはならなかった。注入なしで1.0%の発芽率があったのは、作業の効率化のために交配袋と枝の固定部分に綿や布を用いなかったため、外部から花粉が流入したことが考えられた。各系統で花粉注入回数別の発芽率をみると、5回注入区は15.7~27.4%、2回注入Aは10.7~16.1%、2回注入Bは12.6~26.9%、1回注入は3.3~13.9%であった (表-1)。発芽率の最大値は大井1号の2回花粉注入区の72.0%であった。今回、交配袋内の雌花の観察を実施していないため詳細は分からないが、母樹の上部と下部で開花時期が異なることが示されている (4) ことから、今回使用した母樹も枝毎に開花時期が異なり、人工交配のタイミングがあった交配袋の種子の発芽率が高くなり、各系統において、花粉注入回数別の発芽率のばらつきが大きくなった可能性が考えられた。

今回の試験条件では、人工交配では花粉注入回数を多くすると発芽率が高くなったが、自然交配の方が発芽率は高い結果となった。自然交配の発芽率が高くなった要因として、自然交配の花粉が珠孔液に付く頻度が高かったこと、すなわち、交配袋内の花粉の浮遊時間が野外と比べて短く珠孔液に花粉が付く機会が少ないこと等が考えられた。また、人工交配では花粉親と母樹親との相性があることから限定された親の人工交配と、不特定多数の花粉親の自然交配では、自然交配の方が種子発芽率へ有利に働いた可能性もある。ただ

表-1. 系統別の花粉注入回数毎の発芽率 (%)

系統	5回	標準偏差	2回A	標準偏差	2回B	標準偏差	1回	標準偏差	0回	標準偏差
大井1号	27.4	± 17.6	10.7	± 11.2	26.9	± 18.6	13.9	± 15.4	1.1	± 1.1
大井2号	16.4	± 15.8	13.6	± 11.1	12.8	± 8.3	4.7	± 5.7	1.1	± 1.3
大井9号	21.7	± 16.9	11.0	± 14.2	21.3	± 16.9	6.0	± 5.3	2.0	± 2.6
天竜1号	15.7	± 14.4	14.7	± 3.1	13.5	± 9.4	3.3	± 3.4	2.0	± 1.4
天竜2号	20.6	± 11.1	16.1	± 19.1	12.6	± 11.0	6.7	± 5.6	0.2	± 0.4
天竜13号	26.4	± 22.4	13.6	± 10.5	17.1	± 14.5	4.1	± 5.9	0.4	± 0.9
伊豆7号	20.9	± 18.5	14.9	± 12.6	21.7	± 8.5	4.9	± 5.8	1.3	± 1.1

し、種子の質という面で考えると、遺伝子マーカーによる分析を行っていないため実態は不明であるが、自然交配種子の目的外の外部花粉混入を考慮すると、人工交配による種子は、自然交配種子と比べて高い品質である可能性が考えられた。

今後、種子生産事業で高品質な種子生産を目的に、自然交配から人工交配に切替えるには、人工交配の作業効率を上げることが重要であり、効率的な人工交配を活用すれば、高品質な種子の流通量が増加する。近年、温室を用いた人工交配方法の検討がされている (2,3)。しかし、温室を用いた人工交配の課題は、鉢植え苗から安定して良質の種子を多量に生産する技術開発とされている (2) ことから、今後は温室などの閉鎖された空間で効率的に人工交配を行う方法を検討する必要があることが考えられた。

謝辞

不織布交配袋を使った人工交配の方法について、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター山野邊太郎氏、千葉県農林総合研究センター森林研究所遠藤良太氏に指導をいただいた。また、発芽試験については静岡県森林・林業研究センター市川恵美氏に補助をいただいた。本研究は静岡県新成長戦略研究事業の助成を受けたものである。

引用文献

- (1) 森口喜成・後藤晋・高橋誠 (2005) 分子マーカー情報に基づく採種園の遺伝的管理. 日本森林学会誌 87:161-169
- (2) 大谷賢二 (2000) スギの施設交配と野外交配から得られた種子の生産量及び発芽率の比較. 林育研報 17: 79-85
- (3) 斎藤真己 (2009) 雄性不稔遺伝子を保有したスギの列状配置型室内ミニチュア採種園の有効性. 日林誌 91: 168-172
- (4) 渡部公一 (2013) 多雪地帯に造成したスギミニチュア採種園の受粉時期の変動. 森林遺伝育種 2: 83-88
- (5) 山野邊太郎 (2017) スギ・ヒノキ人工交配での不織布袋適用によるカメムシ防除簡略化の試行. 関東森林研究 68-2: 205-208

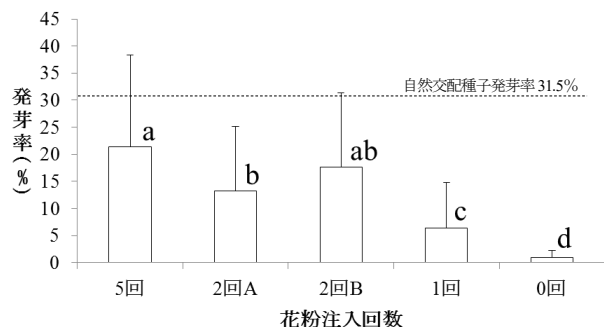


図-1. 花粉注入回数ごとの花粉発芽率異なる符号間に有意差があることを示す。Scheffe の多重比較, $p < 0.05$ エラーバーは標準偏差を示す。