

スギのジベレリン処理方法別及び植物ホルモン別の着花促進効果

田中 功二

要約

スギの種子増産を目的に、葉面散布、粉末剥皮挿入、ペースト剥皮挿入の3種類のジベレリン処理方法について、その着花促進効果の比較試験を行った。処理による花芽・球果の着生状況、処理経費を検討した結果、葉面散布処理が有利であると判断した。また6-ベンジルアデニン（以下BAとする）とカイネチンについて、スギの着花促進効果の有無を試験した結果、両者には効果は確認されなかった。

I はじめに

国民の4割が罹患しているとされるスギ花粉症は（松原ら 2020）、人々の日常生活や経済活動に大きな負の影響を与えている。林野庁ではその対策の一つとして、無花粉スギや少花粉スギ等の花粉症対策品種の利用拡大を推進し、全国的にそれらの採種園の整備が進められている。通常、スギの種子生産事業において、採種園の採種木に対して着花促進効果が確認されているジベレリン処理を行い、種子の安定生産が図られている。これまでスギの着花に係るジベレリンの効果については様々な先行研究が行われており（福田 1971、橋詰 1959a、橋詰 1959b、橋詰 1960a、橋詰 1960b、橋詰 1960c、橋詰 1962、橋詰 1973、伊藤 1992、加藤ら 1958、加藤 1959、加藤ら 1959、増田ら 1971、百瀬 1969、長尾 1982、大橋 1970、四手井ら 1959、四手井ら 1960、玉木ら 1986、寺田 1980、東北林木育種場 1976、筑地 1959、八木 1962）、効率的に種子生産を図るための処理時期、ジベレリン濃度、ジベレリン処理由来の種子特性等について報告がなされてきた。しかし、花粉症対策品種の採種園において、採種木とする苗木の確保や経費的な面から早急な拡大は困難であり、種子量が不足している状況にある。そこで種子増産及び効率的な種子生産を図るため、通常行われているジベレリンの葉面散布と樹皮剥皮挿入による処理方法について、着花促進効果や経費を比較した。また、ジベレリンと同様に植物ホルモンの一種であるBAとカイネチンについて着花促進効果を調査したので報告する。

II 材料と方法

1. ジベレリン処理方法別試験

材料の供試木にはスギ採種園の23年生の採種木を利用した。供試木は樹高1.5mに断幹処理され、地面から1.2mの直径が約8cmの挿し木増殖由来のスギ精英樹である。そのスギ精英樹は、ケ弘前1号、エ大鱗3号、エ碓ヶ関2号、エ今別2号、エ黒石11号の5クローンである。各クローン14本を準備し、処理方法3種類の処理日4日間の12処理区に12本を割り当て、2本を無処理の対照木とした。令和元年7月31日、8月9日、8月21日、8月29日に、水溶液葉面散布、粉末剥皮挿入、ペースト剥皮挿入の3種類の処理を実施した。葉面散布は1本当たり濃度100ppm

のジベレリン水溶液 400 mlを手動式蓄圧噴霧器で葉から水溶液が滴り落ちる程度に散布した。粉末及びペースト剥皮挿入は、地面から 15 cmの樹幹部位の 2 箇所（東西方向）に、樹皮にカッターナイフで 3 方に切目（上×左×右＝2×4×4 cm）を入れ剥皮し、1 本当たりジベレリン量 5 mgの薬品を 2 か所に分割し挿入した。挿入後は樹皮を元に戻し、雨水侵入を防ぐため切目が露出しないようにビニールテープを巻いた。なお、葉面散布と粉末剥皮挿入にはジベレリン協和粉末（ジベレリン 3.1%、協和発酵バイオ株式会社製）、ペースト剥皮挿入にはジベレリン協和ペースト（ジベレリン 2.7%、協和発酵バイオ株式会社製）を使用した。令和元年 12 月に供試木から 40 cmの枝を各 5 本採取し、雄花は花芽が穂状に着生した房を 1 個、雌花は花芽を 1 個として計数した。さらに、ジベレリンの翌年度の影響を確認するため、令和 2 年 9 月に花芽及び球果の着生状況を観察し、着生効果を 4 段階の着生指数（0：無し、1：少量、2：偏った着生、3：全体的に大量に着生）で評価した。処理方法別の経費は、7 月 31 日と 8 月 9 日の処理日において、同一作業員による各処理の処理時間を計測するとともに必要資材の費用を積算し、1 本当たりの処理経費を算出し比較した。

2. 植物ホルモン別葉面散布処理試験

材料の供試木にはスギミニチュア採種園の 18 年生の採種木を利用した。供試木は樹高 1.8mに整枝剪定された挿し木増殖由来のスギ精英樹である。採種園から任意に 80 本を選び、BA、カイネチン、ジベレリンの 3 種類について処理日 4 日間の 12 処理区を設定し各 5 本を割り当て、無処理の対照木を各処理日に対応して 5 本ずつ割り当て合計 20 本とした。平成 30 年 7 月 20 日、7 月 30 日、8 月 7 日、8 月 17 日に、BA（生化学用、富士フイルム和光純薬株式会社製）、カイネチン（>99.0%、東京化成工業株式会社製）、ジベレリン（協和粉末ジベレリン 3.1%、協和発酵バイオ株式会社製）の 100ppm 水溶液を作成し、1 本当たり 300 mlを手動式蓄圧噴霧器で葉から水溶液が滴り落ちる程度に散布した。令和元年 1 月に供試木から 50 cmの枝を各 5 本採取し、雄花は花芽が穂状に着生した房を 1 個、雌花は花芽を 1 個として計数し、50 cmの枝 1 本当たりの平均着生数を求めた。

III 結果及び考察

1. ジベレリン処理方法別試験

花芽の計数結果は、図-1 のとおりであった。水溶液葉面散布、粉末剥皮挿入及びペースト剥皮挿入の 3 種類の方法において、全ての処理日で雌雄花の着生があった。無処理の対照木に雌雄花の着生は無かった。3 種類の同一処理日における雌雄花の平均着生数には、それぞれ有意な差は認められなかった（t 検定）。3 種

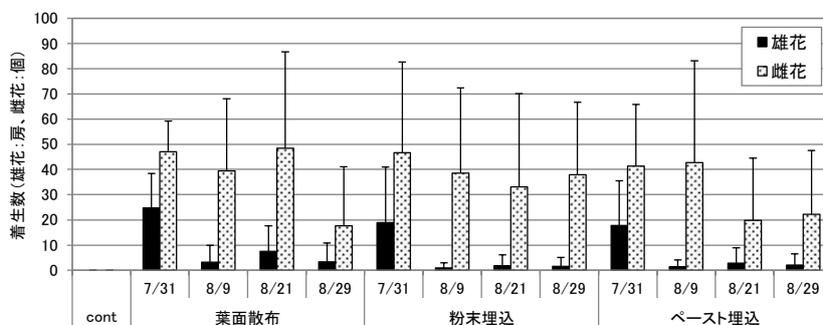


図-1 処理方法別のジベレリン処理による雌雄花着生数
エラーバーは正の標準偏差を示す。

類の処理による処理日毎の雄花の着生数は、全ての処理で7月31日が最大になり、その後の処理では減少し、雌花の着生数は、7月31日、8月9日、8月21日が同程度で推移し、8月29日に減少し、処理日毎の着生数の推移は、3種類の処理で同じ傾向を示した。処理翌年度の調査結果は、図-2のとおりであった。葉面散布した供試木には雌雄花の着生は無く、処理年度に分化した雌花が受粉・肥大した球果が観察された。粉末剥皮挿入した供試木には雄花と球果の着生が観察され

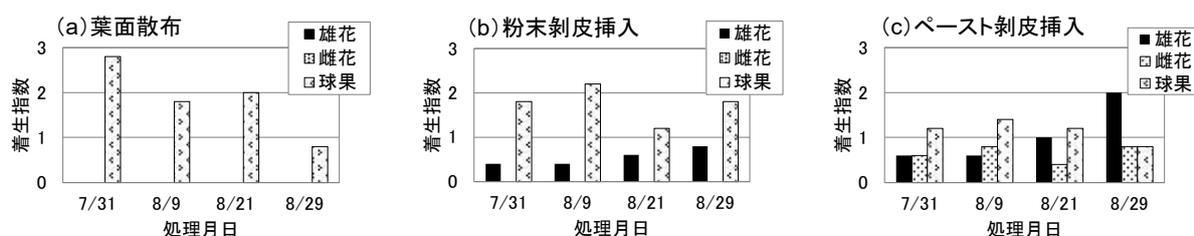


図-2 処理翌年度の処理方法別雌雄花及び球果の平均着生指数

着生指数 0：無し、1：少量、2：偏った着生、3：全体的に大量に着生

た。ペースト剥皮挿入した供試木には雌雄花と球果の着生が観察された。処理方法別の処理木1本当たりの経費を試算した結果は、表-1のとおりであった。葉面散布では190.5円/本、粉末剥皮挿入では259.3円/本、ペースト剥皮挿入では212.9円/本であった。

表-1 供試木1本当たりのジベレリン処理経費

| 処理 | ジベレリン量 (mg) | 薬品費 (円) | 人件費 (円) | 消耗品 (円) ※4 | 合計 (円/本) |
|----------|-------------|---------|---------|------------|----------|
| 葉面散布 | 40 | 176.0 | 14.5※1 | 0 | 190.5 |
| 粉末剥皮挿入 | 5 | 22.0 | 221.0※2 | 16.3 | 259.3 |
| ペースト剥皮挿入 | 5 | 30.9 | 165.7※3 | 16.3 | 212.9 |

※1：@11,600円×3人/2,400本=14.5円/本

※2：@11,600円×2人/105本=221.0円/本

※3：@11,600円×2人/140本=165.7円/本

※4：16.3円/本（ビニールテープ、カッター替刃）

水溶液葉面散布、粉末剥皮挿入及びペースト剥皮挿入の3種類の方法において、処理年度の雌雄花の着花数に差が無く、処理方法による着花促進効果に差が見られなかった。しかし翌年度の花芽及び球果の着生数には違いが見られ、効果の持続性に差があった。葉面散布の着花促進効果は当年度のみで翌年度には効果が無かったが、粉末剥皮挿入の着花促進効果は当年と翌年度の雄花着生に効果があり、ペースト剥皮挿入の着花促進効果は当年と翌年度の雌雄花着生に効果があった。しかし、その着生指数は粉末剥皮挿入の雄花で1以下、ペースト剥皮挿入の雄花で2以下、雌花で1以下と低く、1度の剥皮挿入処理により事業的に2年分の着花促進効果は期待するのは難しいと考えられた。また、粉末剥皮挿入では、雄花のみの着生であったことは、ジベレリン協和粉末使用説明書（協和発酵バイオ株式会社2019）の使用上の注意や従来から言われてきたジベレリンの早めの処理は雄花、遅めの処理は雌花が多く着生するとされてきた効果から考えると、粉末はペーストに比較し早めに樹幹内で着花促進効果が消滅しているものと推察された。一方、球果の着生数は処理年度の雌花数に反映され、3処理方法とも同程度の着生指数が予想されたが、葉面散布に比較し、粉末剥皮挿入及びペースト剥皮挿入では着生指数が低くなった。このことは、処理年12月の花芽の着生調査時に比較的花芽が着生した枝を採取していることから、雌花着生数に差が無いものの、剥皮挿入の場合は処理箇所につながる仮道管に添った枝以外には、着花促進効

果は期待されないことから、花芽着生数を全数調査で行った場合には葉面散布処理が最多になることに起因することと考えられた。処理経費は、葉面散布が一番低く、粉末剥皮挿入が一番高くその差は68.8円/本であった。これは人件費が大きく影響しており、薬剤散布は作業員にとって慣れた作業であったが、剥皮挿入は7月31日が初めてだったことから時間が掛かっており、作業に精通することにより経費の差は無くなるものと考えられた。以上のことから、本試験の第一の目的である種子増産の観点からみると、比較的処理作業が容易で球果の着生数が多い葉面散布処理が3種類の処理の中では最も有利な方法であった。

2. 植物ホルモン別葉面散布処理試験

花芽の計数結果は、図-3のとおりであった。ジベレリン処理は、7月20日、7月30日、8月7日、8月17日のいずれの処理日においても花芽が着生した。ただし処理日の違いにより雌雄花の着生数に差があった。雄花は7月20日処理では32.3房着生し、それ以降の処理日では5.2房、11.6房、1.5房と減少した。雌花は7月20日処理では49.0個着生し、それ以降の処理日では72.5個、71.6個、121.0個と増加した。一方、BA及びカイネチンの処理による花芽の着生は、BAの8月7日処理にのみ雄花1.8房、雌花0.3個あり、その他の処理区では花芽が無かった。また対照木はすべて花芽が無かった。

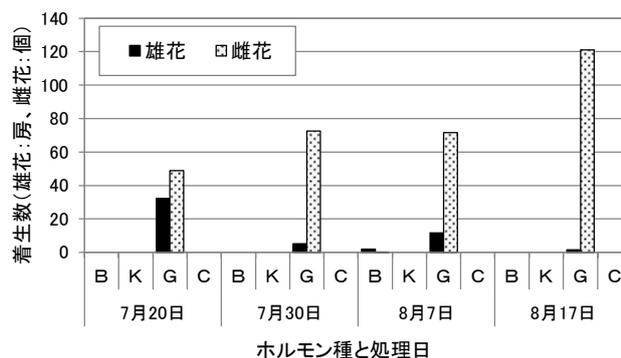


図-3 植物ホルモン別葉面散布処理による雌雄花着生数

B=BA、K=カイネチン、G=ジベレリン、C=無処理

ジベレリンには従来どおりの着花促進効果が認められ、早めの処理は雄花、遅めの処理は雌花が多く着生するとされてきた効果とも合致していた。BAの8月7日処理の花芽の着生は、着生した精英樹クローンは5本中2本であり、クローン名はエ鯨ヶ沢5号とエ金木1号であった。スギ精英樹特性表(林木育種推進東北地区協議会ほか2003)による5段階指数評価(1~5:5が高い)によるエ鯨ヶ沢5号とエ金木1号の雄花着生量指数は4と3、雌花着生量指数は3と3と平均的な着生程度あり、また他のBA及びカイネチン処理供試木と対照木には花芽の着生が無かったことやジベレリン処理に比較し着生数が著しく低いことから、BA処理の効果とは考えにくく自然着花と推察した。これらのことから、BA及びカイネチンにはスギの着花促進効果は無いと判断した。

IV おわりに

今回、花粉症対策スギ品種の種子増産を目的に、従来からあるジベレリン処理の中で最も効率的な方法の比較検討とBAとカイネチンの着花促進効果の試験を実施した結果、現在広く行われているジベレリンの葉面散布方法を支持する結果となった。今後は処理日により着生数が大きく変動することから、雌雄花着生数をそれぞれ最大にする処理日を予測する方法の確立が必要である。

本稿の試験はイノベーション創出強化研究推進事業「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉スギ品種の拡大」(平成29年度~令和元年度)の支援を受けて行ったも

のである。そして本プロジェクトへの参画の機会及び各試験の御指導を頂いた森林総合研究所林木育種センターの高橋誠育種部長に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 福田知明 (1971) スギ交雑育種に関する報告. 埼玉県林業試験場昭和 45 年度業務成績報告 : 9-21.
- 橋詰隼人 (1959) スギの花芽分化におよぼすジベレリンの影響. 日本林学会誌 41 (10) : 375-381.
- 橋詰隼人 (1959) スギの花芽分化におよぼすジベレリンの影響 (II). 日本林学会誌 41 (11) : 458-463.
- 橋詰隼人 (1960) スギの花性分化におよぼすジベレリンの影響. 日本林学会誌 42 (5) : 176-180.
- 橋詰隼人 (1960) スギの花芽分化におよぼすジベレリンの影響 (II) ジベレリン処理によって着生した休眠から得られた種子の発芽力. 日本林学会誌 42 (6) : 226-228.
- 橋詰隼人 (1960) スギの花芽および花成分化と生長物質の消長. 鳥取大学農学部研究報 XII : 150-154.
- 橋詰隼人 (1962) スギの花芽分化および花芽の発育過程について. 日本林学会誌 44 (11) : 312-319.
- 橋詰隼人 (1973) 針葉樹の花芽分化、花性分化とその調節に関する研究. 鳥取大学農学部演習林報告 7 : 1-139.
- 伊藤信治 (1992) スギ採種園の種子生産技術 (VI) -ジベレリン処理方法と着花および種子生産性-. 新潟県林業試験場研究報告 34 : 1-22.
- 加藤善忠・三宅勇・石川広隆 (1958) ジベレリンによるスギ花芽分化の促進. 日本林学会誌 40 (1) : 35-36.
- 加藤善忠 (1959) ジベレリンによるスギ花芽分化の促進 (第 2 報). 日本林学会誌 41 (4) : 138-141.
- 加藤善忠・福原檜勝・小林玲爾 (1959) ジベレリンによる針葉樹の花芽分化の促進 (第 I 報). 日本林学会誌 41 (8) : 309-311.
- 協和発酵バイオ株式会社 (2019) ジベレリン協和粉末使用説明書. 協和発酵バイオ株式会社, 東京.
- 増田憲二郎・館和夫・永井永蔵・大崎己代治 (1975) ジベレリン処理によるスギ採種園の結実促進. 光珠内季報 26 : 1-7.
- 松原篤・坂下雅文・後藤譲・川島佳代子・松岡伴和・近藤悟・山田竹千代・竹の幸夫・竹内万彦・浦島充・藤枝重治・大久保公裕 (2020) 鼻アレルギーの全国免疫学調査 2019 (1998 年, 2008 年との比較) : 速報 - 耳鼻咽喉科医およびその家族を対象として. 日本耳鼻咽喉科学学会会報 123 (6) : 485-490.
- 百瀬行男 (1969) ジベレリンの簡便な処理法. 林木の育種 58 : 18-20.
- 長尾精文 (1982) 光条件の季節的変動がスギの花成反応におよぼす影響. 日本林学会誌 64 (1) : 15-17.
- 大橋弘毅 (1970) ジベレリンによるスギ精英樹の花芽分化の促進. 埼玉県林業試験場昭和 44 年度業務成績報告 : 13-17.
- 林木育種推進東北地区協議会 (2003) 東北育種基本区スギ精英樹特性表第二版. 東北林木育種場, 岩手.
- 四手井綱英・赤井竜男・市河三次 (1959) ジベレリンによるメタセコイア、スギの開花について (第 I 報). 日本林学会誌 41 (8) : 312-315.
- 四手井綱英・市河三次・木平勇吉 (1960) ジベレリンによるメタセコイア、スギの開花について (第 II・III 報). 日本林学会誌 42 (10) : 363-368.

- 玉木泰彦・富田浩平（1986）GA 処理によるスギの着花効果．埼玉県林業試験場昭和 60 年度業務成績報告：5-9.
- 寺田貴美雄（1980）ジベレリン処理方法の違いがスギの着花性、種子の品質および苗木の生育に及ぼす影響．日本林学会東北支部会誌 32：88-89.
- 東北林木育種場（1976）実践採種徳園の管理．東北林木育種場，岩手.
- 筑地録太郎（1959）ジベレリンによるスギの開花促進について（予報 I）．第 69 回日本林学会大会講演集：311-313.
- 八木喜徳郎(1962)ジベレリンによるスギの花芽分化の品種および処理時期によるちがい(予報)．第 73 回日本林学会大会講演集：101-104.