

6．コウヨウザンの種子生産

(1) 着花特性

優良系統から効率的に種子生産を行うために、スギやヒノキでは採種園を造成します。採種園では、断幹、剪定やその他の管理を行って、種子の生産量を多くしたり、採種するための労力を減らしたりする工夫がされます。種子の生産量を増やすためには着花促進処理を行う場合があります。スギやヒノキでは、ジベレリン 3 という植物ホルモンを施用することで、着花を誘導し、種子生産量を増やすことができます。コウヨウザンについては、着果促進処理が有効かどうかの知見がなかったため、複数の処理の試験を行いました。

試験した着果促進処理は、ジベレリン 3 の葉面散布とペースト埋込、ジベレリン 4/7 の樹皮下への埋込、環状剥皮、スコアリング(枝や幹にらせん状にのこぎりで傷をつけてストレスを与える方法)です。複数年にわたり、これらの処理を試みましたが、残念ながら、着花誘導効果は認められませんでした。一部の結果について稲永ら(2019)が報告しています。

過去の研究においても古越・谷口(1982)や橋詰(1973)は着果促進効果が認められなかったと報告しています。中国の研究では、ジベレリン 3 の葉面散布により着果促進効果が認められたとの報告があります(迟健・傅金和 1989)。この研究では、つぎ木増殖苗で造成した若齢の採種園で処理を行い、前年未着花個体の着花と前年着果個体についても着花量の増加がみられたとしています。広東省の採種園では、着花の多い個体を選抜して、つぎ木をして採種園を造成しています(図 6-1)。こうすることにより、造成後すぐに種子を得ることができるということです。これらのことから、中国では着花性の高い成木から増殖することで採取量を確保していると思われます。

成木のつぎ木により早期に着花がみられるかどうかを確認するため、林木育種センター構内の着花量の多い個体の樹冠からとった枝をつぎ木したところ、つぎ木した当年と翌年に着花する個体がありました(図 6-2)。さらなる試験が必要ではありますが、樹冠から採



図 6-1 広東省のつぎ木採種園



図 6-2 着花した 2 年生つぎ木苗

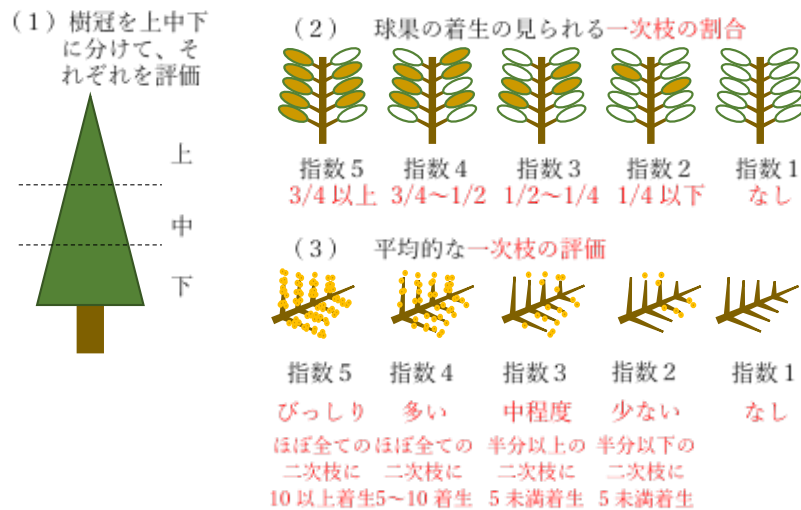


図 6-3 コウヨウザンの球果着生量の指数評価法

取した枝をつぎ木することで、早期に採種園での種子生産が行えるかもしれません。

着果促進が難しいこと、着花量の多い成木からつぎ木増殖することで早期着果が期待できることから、コウヨウザンの採種量を増加させるためには、クローンの着花量を評価することが重要になってきます。そこで、コウヨウザンの球果着生量の指数評価の基準を作成しました(図 6-3)。この基準に従って、林木育種センター構内の6個体について、3年にわたり着果量評価を行いました。その結果、個体によって着果量が異なり、いずれの年でも傾向は変わらないという結果が得られました(図 6-4A)。

また、3年間の豊凶をみたところ、多少の豊凶はあるものの、着果量の多い個体については、不作年でもしっかりと着果していました(図 6-4B)。このことから、コウヨウザンでは、豊凶の少ない多着果系統を選抜することで、安定した種子生産ができるのではないかと考えています。なお、ここで示した結果は、クローンを用いた繰り返しの試験結果ではないため、参考程度になりますが、このような方法で、今後、優良クローンの着果特性の評価を行っていくこととしています。

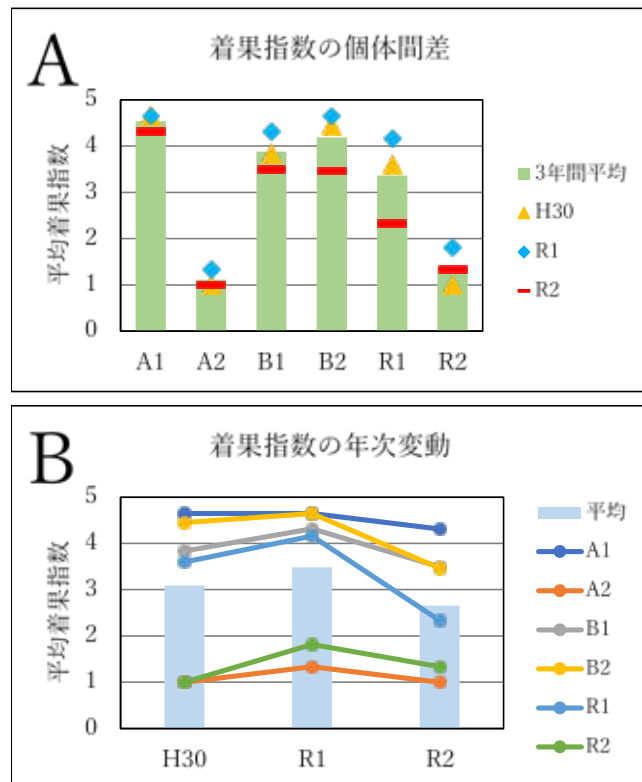


図 6-4 コウヨウザン6個体の球果着生量評価

(磯田)

(2) 種子の採取法

1) 種子の成熟と球果からの種子の飛散

広島県庄原市のコウヨウザン林における観察事例からみると、コウヨウザンの種子の成熟時期は10月下旬(図6-5)、球果が乾燥して種子の飛散が始まる時期は11月中旬以降でした(図6-6)。このため、球果採取は10月下旬から11月上旬に行い、シードトラップを用いた種子採種でも同時期にシードトラップの設置を行う必要があります。

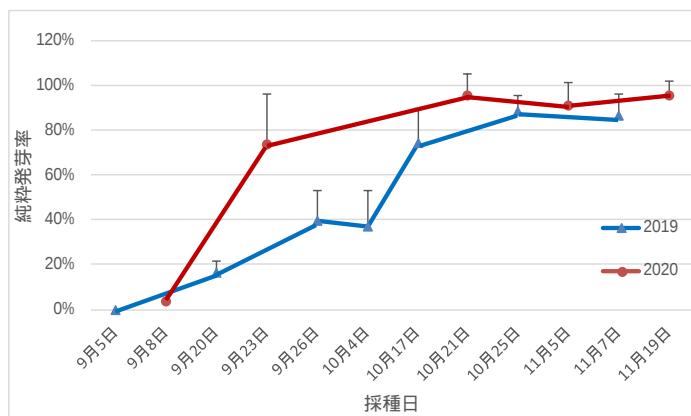


図 6-5 コウヨウザン種子純粋発芽率の変化(エラーバーは標準偏差)

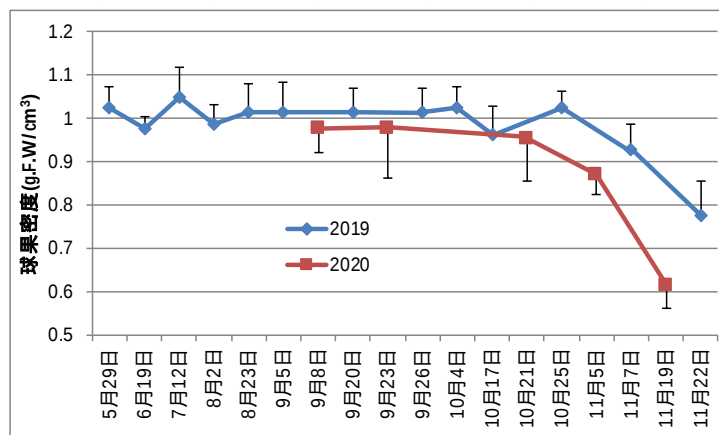


図 6-6 コウヨウザン球果密度の変化(エラーバーは標準偏差)

(坂田)

2) 林分からの採種法

林分からの採種法

コウヨウザン球果は樹冠上・中部の枝先に多く着生するため、樹高の高い既存林分から種子を安全に採取するには、シードトラップの利用が有効です。ここでは大型シードトラップを用いた採種法を紹介します。

大型シートトラップの作成法

1m×4m の4 m²シートトラップを図 6-7 に、このトラップの資材を表 6-1 に紹介します。このトラップは簡単に畳んで移動できますので、作業しやすい場所を選んで各支柱の位置に16 mm径の塩ビ管などを縦に埋設し、そこに6本の鉄柱を立てれば楽に組み立て作業が行えます。



図 6-7 4 m²大型シートトラップ (展開状態) (畳んだ状態)

表 6-1 シートトラップ1基当りの資材

名称	規格	数量	摘要
クレモナ寒冷紗	# 100, 幅1.8m, 白色	5.5m	両端の折代を含む
鉄支柱	直径13mm, 長さ1.5, 先鋭	6本	2m間隔で片側3本
防鳥網	30mm目, 幅1.8m程度	5m	
塩ビ管	内径13mm	3cm×6本	鉄杭用キャップ
カラー針金	# 12	適宜	寒冷紗の取付等
園芸ピンチ		14個	防鳥網取付用
U字アンカー	30cm U 字針金	3本	アンカーを寒冷紗の底
黒ばん頭		3枚	3か所に設置。黒ばん
紐		60cm×3本	頭は寒冷紗保護用。

トラップの設置場所と設置期間

トラップは球果を沢山付けた木の樹冠下部に図 6-8 の様に設置します。設置に当たっては、寒冷紗が風で引っ張り返らないように底の3か所にアンカーを取り付けます。支柱は50 cmまでの埋め込みとして、寒冷紗の下端と地面の間に十分な空間を取ると、降雨後も種子が乾きやすく、地面からの湿気による濡れも防げます。

球果を多く着生した個体を林内から探すことは難しいのですが、ムササビの食べ滓などが落ちているような場所は設置の適地です。また、ドローンを利用した樹冠上部の観察は有効です。

トラップの設置期間は10月下旬から翌年の2月下旬頃までです。種子の飛散はほぼ12月中に終わっているようですが、樹冠に捕捉されていたと思われる種子が翌年2月まで落ちてきます。



図 6-8 シードトラップの設置状況

種子の精選

シードトラップで採取した種子には落ち葉などが大量に混入するため、夾雑物の除去が必要です。初めに、4 mm目を上段に2 mm目を下段にして重ねた篩の上に採取種子を載せて篩うと、2 mm目の篩の上に種子とコウヨウザンの針葉などが残ります。次に、図 6-9 に示す種子精選器を用いて、夾雑物とシイナなどを吸引除去します。この種子精選機では吸引ダイヤルを4にした時に最も効率的に夾雑物やシイナが除去できました。

種子精選機を用いて粗選別した種子(図 6-10)の種子純量率は70%程度あり、6か月の保存試験の結果では精選種子に遜色のない発芽率が見られ、実用に問題のないものでした。また、大きな夾雑物を除いた後はスギやヒノキの種子と同様に薄めた中性の洗剤液に数時間浸漬して沈んだ種子だけを取り出すことでシイナやシブダネを効率的に除去することができ、充実した種子だけをより多く残すことができます(大塚ほか 2017)。



図 6-9 種子精選機



図 6-10 粗精選種子

(坂田)

3) 球果からの採取法

球果の採取

球果は樹冠の上部に着生し、11月中旬頃から鱗片が開いて種子を落とします。その後も球果は枝に残ります。このため、球果の採取は10月下旬～11月上旬頃に枝についた緑色で種鱗が閉じた状態の球果(図6-11)を枝ごと切り落とすか、球果をもぎ取ります。形状は卵球形で大きくなるほど縦長になる傾向があります。種子は種鱗の内面に3個下垂してついています。茨城県、千葉県及び広島県内に植栽された14個体から採取した球果では、球果1個の重さは6.09～17.89g、1球果当たりの平均種子数は62.3～120.9粒と大きな幅がありますが、球果生重、球果体積と球果当たりの種子数、種子重量とに相関がみられることから(大塚ほか 2017) 大きな球果からはより多くの種子が採取できることが推察されます(図6-12)。



図 6-11 コウヨウザンの球果

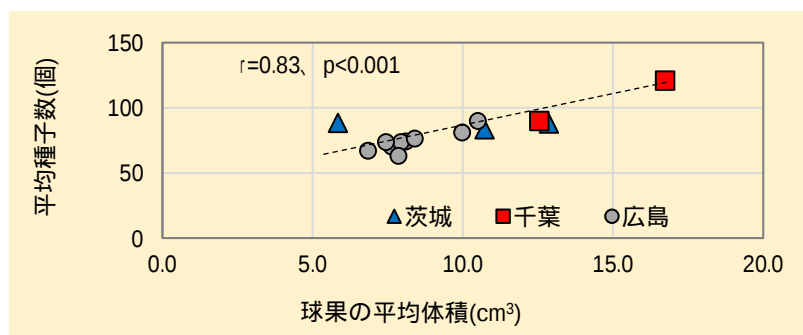


図 6-12 球果の大きさ(平均体積)と種子数との関係
(茨城、千葉、茨城のコウヨウザン林分から個体ごとに球果、種子を採取)

球果の乾燥

スギやヒノキと同様に乾燥室内で半月から1ヶ月間乾燥させて種鱗が開いた後、スギの場合より大きめのメッシュの篩(ふるい)にかけて種子を取り出します。

種子の精選

種子を取り出した後に夾雑物は除きますが、まき付け直前に洗剤液選を行うので完

全に取り除く必要はありません。

種子の重さ

コウヨウザンの種子は、スギやヒノキに比べ大きく（図 6-13）精選前の種子の百粒重は 0.35～0.66 g（大塚ほか 2017a）であり、スギやヒノキの 2 倍程度の重さです。



図 6-13 コウヨウザン種子のスギ、ヒノキとの比較

（大塚）

4) 種子の乾燥と貯蔵

種子を長期間保存するためには、十分に乾燥させる必要があります。種子を送風乾燥機に入れて 45℃ で 48 時間乾燥すると、種子の含水率が 5% 以下に低下します。

乾燥後の種子を密封して -25℃ 冷凍、3℃ 冷蔵、室温の 3 条件で保存試験を行った結果、保存 1 年 6 か月時点では保存条件によらず良好な発芽率を示しました。

（坂田）

（3）コウヨウザン花粉のアレルゲン特性

コウヨウザンはスギやヒノキと同じヒノキ科に属していることから、わが国で社会問題となっているスギ花粉症との関連が懸念されます。そこで、コウヨウザン花粉とスギ花粉との交差抗原性について明らかにするとともに、ヒノキ花粉との関係についても検討しました(近藤ほか 2020)。

1) 花粉抗原の抽出と ELISA 法によるアレルゲン濃度測定

コウヨウザン、スギ、ヒノキ花粉から抽出したタンパク質にスギの主要アレルゲンである Cry j 1、ヒノキの主要アレルゲンである Cha o 1 のモノクローナル抗体(ニチニチ製薬(株))を用いたサンドウィッチ ELISA 法によりアレルゲン濃度を測定したところ、スギのタンパク質では Cry j 1、ヒノキのタンパク質では Cha o 1 を検出しましたが、コウヨウザンではどちらとも検出ませんでした。

2) スギ花粉アレルギー患者血清を用いた特異的 IgE 抗体価測定

一般的なスギ花粉症患者と考えられるスギ花粉感作鼻炎合併喘息患者 10 名および対照に用いたスギ特異的 IgE 陰性の非アトピー患者 3 名の血清に、スギ、ヒノキ、コウヨウザン花粉から抽出したタンパク質を反応させ、特異的 IgE 抗体価を測定したところ、コウヨウザン花粉に対してはすべて陰性となり交差抗原性が認められませんでした。そこで、よりスギ特異的 IgE 抗体価の高いスギノヒノキ強感作アレルギー性鼻炎患者 12 名の血清を用いて再度試験したところ用いた 2 つの測定法のうちペーパーディスクを用いた方法では 3 名、プラスチックプレートを用いた方法では 1 名が陽性でしたが、当該患者のスギの抗体価に比べれば 50 分の 1 以下であり極めて低い値でした。なお、陽性だった 3 名の血清を用いた IgE 抑制試験においてスギおよびヒノキとの交差抗原性が認められましたが、抑制能力は低い結果でした。

3) まとめ

コウヨウザン花粉にはスギおよびヒノキの主要アレルゲンと交差抗原性を示すタンパク質が存在するものの、その抗原活性はスギに比べて極めて低いことが明らかになりました。針葉樹の分類ではかつてスギ科があり、その後ヒノキ科に統合されました。コウヨウザンはかつてスギ科に属していたことから、その花粉でスギ花粉症の患者さんに感作することが推測されましたが、近年行われてきた DNA 配列に基づいた分類ではスギ及びヒノキと離れたグループに位置することが明らかとなり (Brunsfeld et al. 1994、2 ページ参照)、交差抗原性が極めて低かったことの説明がつきます。なお、本試験はあくまでも *in vitro* での結果です。

(近藤・生方)