

林木育種技術

No. 18

ニュース

2003.8



独立行政法人林木育種センター

採種園の役割

独立行政法人林木育種センター 育種部長 田島正啓

日本の森林面積は2500万haであり、そのうちの約4割に当たる1000haが人工林です。人工林面積は国土のおよそ27%を占めていることとなります。その主体はスギ、ヒノキ、カラマツ或いはアカエゾマツなどの針葉樹類ですが、最近では広葉樹類の造林が盛んに行われつつあります。さて、山を造る場合、遺伝的に優れた種苗を用いてそれぞれの経営目標にあった優良な山を造りたいと願うのは誰しも同じでしょう。優良な山を造るためには遺伝的に改良され、そしてそれらの特性や適応性が分かっている種子を用いることが重要です。このように優れた種子を専用に生産する樹木園が採種園です。採種園は、厳格な基準で選抜された多数の精英樹クロンや抵抗性クロンを用いて、特殊な設計や造成方法に基づいて造られています。採種園が造られ始めたのは比較的新しく、我が国で林木育種事業が開始された1957年（昭和32年）以降のことです。勿論それ以前から林業種苗法の下で特定の母樹や母樹林が種苗採取源として指定され、それらから優良種苗の確保が行われてきました。1970年（昭和45年）の林業種苗法の改正に伴って、従来の種苗採取源は普通母樹（林）に、また現行の採種園と採穂園は育種母樹（林）に区別されました。それ以降、林業種苗は現行の育種母樹（林）産の種苗（育種種苗）に移行しつつあります。

一方では、精英樹や抵抗性クロンによる採種園や採穂園から生産された種苗を用いて国有林、公有林或いは民有林に多数の次代検定林や各種試験地が造られ、定期的な調査とデータの集積がはかられ、そして系統評価が進められています。その結果、スギやヒノキなどの育種種苗は、一般種苗に較べて樹高や胸高直径で約1割、材積で約2割向上することが明らかにされています。また、マツノザイセンチュウ抵抗性種苗の場合、その抵抗力は未選抜個体からの種苗に較べてアカマツで約15%、クロマツで38%それぞれ向上することが明らかにされています。更に、検定林等の解析の結果、評価の低い精英樹クロンを採種園から除去し、また評価の高いものを新たに入れるという採種園の体質改善を行うことで更に高い改良効果が期待されています。

近年、森林の減少、地球温暖化、CO₂問題などの地球環境問題、或いは人口増加に伴う木材やパルプなどの木質資源問題が世界的な課題となっています。このような課題に対して、我が国をはじめ世界各地で人工造林が行われつつありますが、遺伝的に優れた種苗の生産基盤である採種園が果たす役割は益々大きくなりつつあります。本誌では、採種園の設計、造成管理及び花粉動態等について説明します。

採種園の設計

1. はじめに

採種園とは、遺伝的に優れた種子を多量に生産することを目的に、精英樹クローン等により構成され、種子を採取しやすく仕立てた樹木の集団及びその植栽された場所をいいます。ここでは、どのように採種園を設計するのか基本的な事項について、述べます。

2. 所要面積

長期の造林計画等から樹種別に年間造林面積を想定し、造林に必要な種子の生産量を算出し、これを採種園の単位面積当たりの種子生産量で除して所要面積を求めます。また、設定予定地には、管理道、防風林などの附属地も考慮する必要があります。これまでの育種事業で造成された採種園では、環境や施業等により種子生産量は大きく変わりますが、1ha当たりの生産目標は、以下のとおりとなっています。

アカマツ・クロマツ	30 kg
スギ	30 kg
ヒノキ	40 kg

3. 場所の選定及び立地条件

採種園は、原則としてその採種園産種子を使って造林する地域内に設定します。優良な種子を多量に生産するためには、採種木に対する施肥や整枝剪定等の施業が必要です。また、採種園外の花粉による影響を極力少なくしなければならぬため、場所の選定には、次のような条件を満たす必要があります。

- (1) 機械を利用し易い地形を有し、一定区域にまとまっているなどの地理的条件、水利、労務事情等に恵まれてところ。
- (2) 土壌が深く、地味の良好なところ。
- (3) 病虫害、晩霜害、寒風害等の発生の恐れがないところ。
- (4) 同じ樹種の林分からなるべく離れているとこ

ろか、花粉防護林等を設けて外部の花粉汚染を極力少なくできるところ。

- (5) 採種園内の花粉密度を高めるために、正方形または円形に近い形状で設定できるところ。

3. 植栽本数

結実量を高めるためには、採種木に十分な陽光をあてて枝を充実させ、風通しを良くして花粉を飛散させることが必要です。樹種特性などにより異なりますが、1ha当たりの植栽本数の基準は、表-1のとおりです。植栽当初は、本数を多くして種子の収量を確保し、クローネ(樹冠)が交差する前に間伐を行い、最終的な本数にします。最近スギでは、着花促進技術が確立していることもあり、行列の植栽間隔を変則にし、植栽当初から最終本数に近い形で設計しているところもあります。

表-1 採種園におけるha当たり本数の目安

樹種	植栽本数	最終本数
スギ・ヒノキ	1,600本(2.5×2.5)	400本(5×5)
アカマツ・クロマツ	800本(3.5×3.5)	200本(7×7)

()書きは植栽間隔m

4. 配置形式及びクローン数

林木の有性繁殖は他家受粉であるため、同一クローン間の交配チャンスが少なく、かつ異なるクローン間の交配チャンスが等しくなるように配置します。クローンの配置形式は、9型、25型、49型などがあり、使用するクローン数に応じて、25クローン未満は9型、49クローン未満は25型を用います。図-1は、25型の例です。中心の対象木の周囲2列(24本)に、同じクローンが無い配置になります。間伐を考慮した場合、最終的な配置形式から配置をしていくこととなりますが、自家受粉の割合を低く

止め、結実の安定性を確保するためには、25クローン以上を用いることが望ましいと考えられます。

21	17	18	19	20	21	17
22	16	5	6	7	22	16
23	15	4	1	8	23	15
24	14	3	2	9	24	14
25	13	12	11	10	25	13
20	21	17	18	19	20	21

図-1 25型のクローン配置の例

5. 配置の方法

クローンの配置手法として次の二つの方法があります。

(1) ギールテッヒ法

ギールテッヒ法は、古くから用いられてきた方法で、クローンを規則的に配置し、間伐後もクローンが規則的に残るような設計になります。

この方法では、使用するクローン数によって指示値(クローンの最適のちらばりを得るために、クローン1がその下に来なければならない数字)が決められており、これをもとにクローン配置を広げます。例えば、11クローンを用いる場合は、指示値は8で、8の下に1が必ず来るように数値を配置します(図-2参照)。これを機械的に間伐すると、図-3のようなクローン配置になります。この方法は、配置を決める作業が簡単であるという利点がある反面、間伐前・後ともに規則的な配置となるので、隣接するクローンが偏る欠点があります。

(2) ランダムによる方法

この方法は、コンピュータを用いて、同じクローンが隣り合わせにならないようにランダム配置します。その後、隣り合わせになる機会が均等になるよう修正することがあります。現在は、この方法が最も一般的に取り入れられています。

12クローンをランダム(図-4参照)に配置した場合、例えば、1と2が隣り合わせになる頻度は、図のとおり5回となります。この隣り合わせになる組み合わせの頻度が均一になるように修正をして、最終的な配置を決めます。

6. おわりに

採種園の設計に当たっての基本的な事項を述べましたが、自家受粉を低く止めるために、十分なクローン数を用いることはもちろんのこと、造成後の管理計画も十分考慮した設計が必要です。

参考文献

- (1) 高橋誠(2002)採種園設計のためのVisual Basicプログラム「Mixed」の開発・評価と設計の作業効率に影響する要因,日林誌84(4), 239~245
- (2) 井出雄二(1989)採種園の設計および間伐計画へのパーソナルコンピューターの利用,林木の育種No153, 16~19

5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2
6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6
10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

図-2 ギールテッヒ法によるクローン配置

5		7		9		11		2		4	
2		4		6		8		10		1	
10		1		3		5		7		9	

図-3 間伐後のクローン配置

7	5	11	8	2	10	9	3	11	8	5	12
6	2	1	12	9	7	4	1	5	12	1	10
4	12	5	3	6	2	10	8	7	9	3	2
7	3	6	11	5	4	3	2	12	6	7	9
1	11	9	10	8	11	12	6	1	10	11	2
4	8	5	7	9	1	10	9	4	5	4	8
12	2	3	8	10	6	4	7	8	11	2	7
11	4	1	6	12	5	3	6	9	10	1	3

図-4 12クローンのランダム配置(9型)

(センター本所 指導課 千葉信隆)

スギ，ヒノキ採種園の造成管理

1．採種園の意義と目的

造林用の実生苗を育てるためには、種子が必要です。良質の種子を効率良く生産するために、成長や抵抗性などの優れた苗木を植栽し、種子採取用の樹木（採種木）として育成する場所が採種園です。

実生苗で造成する場合を実生採種園、つぎ木苗などのクローン苗で造成する場合をクローン採種園と言います。また、最終的な採種木の間隔を5～7mに仕立てる場合を一般に採種園といい、畑地を利用して間隔・樹高ともに1m程度に管理する場合をミニチュア採種園と言います。ガラス室などの室内で採種木を管理する場合は、ハウス内採種園と呼ばれています。いずれも遺伝的変異を保ちつつ、優れた種子を生産することを目的としています。

ここでは、スギ・ヒノキの一般的なクローン採種園の造成管理について紹介します。

2．採種園の利点

採種園は、形質が優れた精英樹等のクローンを採種木に用い、着花促進が可能なことから、遺伝的に優れた種子が生産できる、多量の良質の種子が得られる、結実時期が早まる、採種が容易である、結実調整が可能で豊凶差を緩和できる等の利点があります。

3．採種園の設計

採種園は、同じクローンが隣接しないように、また間伐後も全体のクローン構成が変わらないように採種木を配置して造成されます。配置方法、場所の選定、本数管理等の採種園の設計については、本誌において別途紹介します。

4．採種園の造成

1) 植栽準備

造成地は、伐根やかん木類等を取り除き、原則として耕耘します。地下水位が高い場合には明渠等を設けて排水を良くします。その後、配置図に従って植栽位置に、位置とクローン名を表示した杭を立てます。植栽する苗木についても、1本1本に植栽位置とクローン名を表示したラベルを付けます。

2) 植栽と植栽後の管理

植栽は、それぞれの地方の植え付け適期に行い、杭の表示と苗木の表示とが一致していることを確認した後、直径60cm、深さ40cm程度の植穴を掘り、根を十分広げて丁寧に植えます。

植栽後に、苗木のラベルを配置図と照合し、誤植があれば植え替えます。また、活着を促すために支柱を立て、苗木を固定します。その後、園内を随時見回り、各種被害の発見と防除、枯損位置への枯損苗と同一のクローンの補植、つぎ木苗であれば台木からの萌芽の剪定を行います。

3) 標識類の整備

採種園の入口には、採種園名、所在地、樹種、設計内容、設定年月等を記載した掲示板を設けます。また、採種木には、位置とクローン名を表示したラベルを付けます。ラベルは、長年使用する間に落下したり、判読困難になったり、さらには固定用の針金が幹にくい込んだりしますので、付け替えや更新が必要です。

5．採種園の管理

1) 地表管理

主な地表管理法としては、清耕法、牧草草生法、雑草草生法及びマルチ法があり、それぞれの採種園に適した方法を選択します。雑草草生法は、一面に雑草を生やしておく方法で、既往の成果からこの方法で十分効果が期待できるとされています。この方法では、造成の際に予めササ類、ススキ、イタドリなどの大型雑草及びかん木類を除去し、毎年下刈りを2～3回行います。

2) 肥培管理

採種木を早く一定の大きさに育てるため、また、萌芽枝の発生、球果・種子の生産に要する養分を補給するために施肥が必要です。施肥の基準は、表-1の

表-1 採種園の施肥量の基準

園齡 (年)	肥料の種類と主成分量(%)及び施肥量(g/本)		
	硫酸アンモニア (21%)	過りん酸石灰 (18%)	硫酸カリウム (48%)
1	38	67	25
5	76	56	21
10	119	139	52
20	428	705	125

とおりです。一般的な施肥の時期は、成長休止期ですが、2回に分けて行う場合は、全量の80%を冬期(成長休止期)に、20%を6~7月に与えます。

3) 樹形作り

良質の種子を継続的に生産し、しかも能率的に作業できる樹形に誘導するため、主幹を切断(断幹)して、一定の高さに保ちながら枝の剪定を繰り返し、円錐形(写真)に仕立てます。完成された樹形の基準は、表-2のとおりです。また、採種木の平均的な樹高と樹冠幅の成長を、表-3に示します。



ヒノキ採種木

樹形作りでは、最も下の枝まで十分陽光が当たるようにすることが重要です。樹高が3m以上になると、枝の勢いに優劣が現れるので、弱勢枝、内向枝等の枝を間引いて、骨格となる枝を残します。

採種木の樹高を3.5mに制限する場合、樹高が4.5m前後の時に3.0mの位置で断幹しますが、スギで植栽後7年頃、ヒノキで9年頃になります。断幹後は、枝が立ち上がるので、2~3mの高さで繰り返し剪定します。その後、採種木間の互いの枝が触れ始める前に間伐します。その時期は、植栽間隔が2.5mの場合、植栽後9~10年頃で、2回目の間伐は、樹冠幅が3.5mに達する頃に行います。

なお、多雪地帯では、雪害防除等の理由から、全般的に枝を短めに剪定し、円筒状に近い形に仕立てます。また、傾斜地では、谷側の枝が伸びやすいので、谷側の枝を山側の枝よりも短く剪定します。

断幹及び整枝・剪定は、樹液の流動が少なく、樹体への影響が少ない2~3月に行います。

4) 着花促進

自然状態での着果には豊凶がありますが、着花促進処理を行うことにより、計画的に種子を生産することが可能になります。スギ及びヒノキの着花促進にはジベレリン処理が有効です。採種園におけるジベレリン処理の方法は、「葉面散布法」と「埋め込み法」が主流となっています。

表-2 採種木の完成時の樹形の基準

	スギ	ヒノキ
断幹高 (m)	3~4	4
樹高 (m)	4~5	5
樹冠幅 (m)	3~4	4

表-3 植栽後の採種木の樹高、樹冠幅の成長

園齡 (年)	スギ		ヒノキ	
	樹高(m)	樹冠幅(m)	樹高(m)	樹冠幅(m)
5	2.9	1.3	1.8	1.3
7	4.5	2.0	2.6	2.0
10	6.7	3.0	4.2	3.0

表-4 埋め込み処理における処理部位の大きさと処理量

処理部位の直径(cm)	5~10	10~15	15~20	20~
ジベレリン処理量(mg/本)	5	20	40	60
処理箇所(箇所/本)	2	2	4	4

葉面散布法は、ジベレリン100ppmの水溶液を噴霧器等で葉面に散布する方法で、主にスギの着花促進に用いられています。散布量は樹冠表面積1m²当たり130cc前後です。これは針葉が十分濡れかつ滴下しない程度の量です。

埋め込み法は、樹幹または枝の樹皮を剥いでジベレリンを埋め込む方法で、主にヒノキの着花促進に用いられています。ヒノキでは、葉面散布法より埋め込み法が有効ですが、これはクローンによって葉面散布法では葉害が発生するためです。樹幹に処理した場合は、樹体の衰弱が懸念されるので、枝処理が多く行われています。処理部位の大きさと処理量の基準は、表-4のとおりです。

処理の適期は、いずれの場合も7月上~中旬から8月上旬までで、スギでは処理時期が早い場合は低濃度で雄花が、遅い場合は高濃度で雌花が多く着きます。

ジベレリンを連年処理すると樹勢が衰弱します。これを防ぐために採種園や樹冠を分割し、少なくとも3年周期で処理、採種・剪定、枝の養生を行います。

6. 採種, 貯蔵

球果の採取、種子の精選及び貯蔵については、本誌No.13「スギ、ヒノキ、マツのタネの取り扱い」に詳しく解説されていますので、こちらをご覧ください。

(関西育種場 育種課 板鼻直栄)

(センター本所 指導課 阿部正信)

採種園における花粉動態

1. はじめに

主要樹種であるスギ・ヒノキの造林は、育種苗によって実行されることが大部分を占めるようになってきました。しかし、苗木が採種園産の育種苗であることを認識している方は、そう多くはないと思います。採種園の重要な目的は、豊富な種子の供給を図ることと同時に、優れた形質をもつ精英樹同士の交配により、遺伝的獲得量を最大に発揮することです。

そのためには、採種園内の遺伝子流動のデータに基づき採種園管理が期待されます。採種園内では、構成クローンは受粉において均等に寄与すること、自殖のレベルが最小限であること、外部花粉の汚染から隔離されていること等の基準を満足させなければなりません。その前提として、受粉に係わる花粉の動きを明らかにする必要があります。ここでは、最新のDNA手法を用いた研究結果も含め、採種園における花粉動態の研究結果について紹介します。

2. 採種園で有効花粉飛散距離はどの程度だろうか？

花粉がどこまで飛ぶかよりも、受精に係わる有効飛散距離はどの程度かが問題です。古越(1978)は、黄金スギ遺伝子をマーカーとして用い、モデル採種園における花粉飛散を調べた結果、有効飛散距離は10mと推定しました。また、同じマーカーで閉鎖しはじめた採種園では9m、最大でも10mから15m程度と推定しています(山手ら1974, 1979)。Shenら(1981)は、Scots pineの採種園において、アイソザイムマーカーにより、隣接木への寄与率は31.4%、10m以内の寄与率は高く、10-20m離れた個体に対しても花粉を供給していましたが、10m以内より低くなり、40m以上離れた個体や風上の個体への寄与はほとんどないことを報告しています。筆者は、ヒノキの採種園において父性遺伝DNAマーカーを用い、花粉飛散を調べてみました(Seido et al.2001)。図-1にマーカー木からの距離を5mごとにまと

め、各距離範囲に含まれる個体に出現した変異型から花粉寄与率を算出しました。周囲5m以内の個体に対する寄与率は57.1%、さらに10mまでの累積寄与率は75%、15mでは83.6%、20mでは90%を越えています。

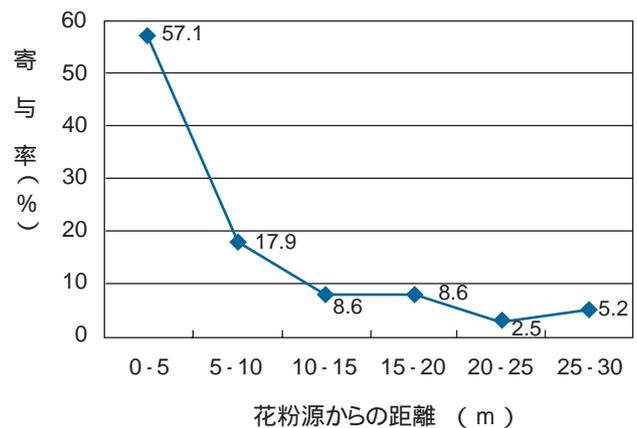


図-1 ヒノキ花粉の花粉源からの寄与

隣接周囲木の交配に関与する可能性は、個体の花粉生産量により異なりますが、十分な雄花着花量がある場合は、隣接木にかなりの花粉濃度で飛来し、距離が離れるにつれて花粉密度は低下していきます。しかし、個体の受精は、マーカー木から飛んでくる花粉濃度ばかりでなく、周辺個体からの相対花粉濃度が大きく影響していると思われます。任意交配が行なわれるためにすべての構成クローン・nが花粉親として等しく寄与すると仮定すれば、花粉親の期待寄与率は1/nになり、1/n以上を示す地点を有効花粉飛散距離と考えることが出来ます。調査したヒノキ採種園では、20mが有効飛散距離と考えられました。これは、採種木の樹高のほぼ4倍に当たります。花粉供給木の樹高によっても、また、風の状況によっても飛散距離は変わるとは思いますが、採種木は一般に断幹処理を行なうのが通常ですので、成熟した採種園での有効飛散距離は、実用的に20m以内と考えるのが妥当でしょう。

3 . 自然自殖は問題になるか？

採種園における自殖，近親交配は，種子の諸形質の低下，特に発芽率の低下をもたらす，さらに，次世代の集団の近交係数を高め，様々な悪影響を及ぼします。では，自殖は採種園においてどの程度起きているのでしょうか。これまでの報告から自殖率は，0～30%の範囲とみられています。これは，樹種，構成クローン数，植栽間隔，園齡，立地条件，管理方法等により当然変わります。例えば，Swedish Scots Pine採種園においてアイソザイムマーカーで調べた自殖率の例では2～5% (Rudin & Lindgren1977)，Slash Pine 採種園で2.5% (Squillance & Goddard1982)，黄金スギで調べた例では19.4% (田島ら1984)，アカマツ採種園で1.22% (茶屋場1977)と様々です。スギやヒノキでは，ジベレリン処理により着花促進し着花量が多くなる個体では，自殖率は高くなりますし，しかも樹高を低くした場合は，隣花交配により自殖率も高くなる結果がみられています。最近のDNAマーカーで調べた自殖率の例では，スギ採種園で2.78% (森口ら2002)，同じく筆者が調べたヒノキ採種園の自殖率は2.3%でした (Seido *et al.* 2000)。若齡でクローン間の着花量のバラツキも大きい場合は自殖も高めになります，成熟採種園になり間伐を施して風通しよくしてあれば，自家受粉による受精は大きな遺伝的低下の問題として，特に考慮する必要はなさそうです。

4 . 採種木間の交配の均等化に近づけられるか？

採種園の自殖率が低いとなれば，採種園において最大限に遺伝的潜在能力を発揮させるためには，採種木が交配木として均等に寄与しているかが，鍵となります。すなわち，選抜個体である構成クローンのすべての遺伝子型が次世代の生産集団に寄与することによって，生産される種子の遺伝的獲得量の増大が図られることを意味します。このことは，自殖率の低下にも貢献しますし，生産された種子の良質向上にもプラスに働きます。交配の際，花粉間の競争などによる不和合や不稔などの選択受精は起きる

のでしょうか？もし起これば，採種園における均等なランダム交配は成り立たなくなります。そこで，そのことをヒノキの採種園で確かめてみました。その結果から2つのことがわかりました。一つ目は，ヒノキは近交弱勢を示し，自家花粉で受粉した受精胚や個体の適応度は低く，選択的に死亡するため，自家受精は選択的に排除されていることがわかりました。2つ目は，他家花粉による受粉の場合，混合花粉の割合にほぼ等しく後代が分離することから，選択受精は見とめられませんでした。このことは，花粉間競争などによる不和合は大きくないことを裏づけるものです (清藤ら2000)。選択受精が無いならば，構成クローンの花粉生産量と花粉時期に大きな差がなければ交配のチャンスは任意交配に近づかずです。ヒノキの3年間の調査分析結果では，豊作年には花粉親としての寄与の平準化が期待できましたし，発芽率も高い種子で生産が行なわれました (清藤ら2000)。ですから，種子の採取を無理して凶作年に行なわず，豊作年に沢山採ってそれを何年か使用するのがよいでしょう。

5 . 園外花粉の飛来はどの程度か？

園外花粉の汚染は，カナダのDouglas firの採種園では，遺伝的効果の減少を引き起している重大な問題として受け止められています。例えば，Douglas fir林分に接した採種園で58%の高い汚染を示した報告があります (Smith&Adams1983)，天然林から2 km離れた採種園で22～56%に及ぶ汚染も観察されています (Wheeler&Kack1998)。また，採種し易くするため，樹高を2 - 3 mに保たれた採種園の園外花粉汚染率は14～48%と高く，しかもクローンによっては園外花粉との交配の方が高くなっているケースも見られました (Stoehrら1998)。スギの例では，森口ら (2002) がDNAマーカーを用いて調べたところ，スギ林より1 kmも離れた採種園でも30%以上の園外花粉汚染が認められています。

特に，ミニチュア採種園の場合は，やはり花粉汚染は深刻な問題と受け止めるべきでしょう。

(山梨県森林総合研究所 清藤城宏)

スギ，ヒノキ採種園の害虫の識別と防除

採種園は，種をとる目的のために仕立てられた採種木が集団で植栽されているため，森林の一種と考えられます。そのため，発生する害虫も森林とほとんど変わりありません。しかしながら，施業上の特徴として施肥を行います，整枝・剪定も頻繁に行われるため，樹勢は弱い傾向にあり害虫を誘引しやすくなっています。したがって，採種園は，森林の場合に比べて害虫の繁殖場所として好適であるため，思わぬ被害を招く場合があります。日本では，現在10種以上の樹種において採種園が造成されていますが，今回はスギ及びヒノキの採種園において特に警戒しなければいけない害虫の識別と防除について述べてみたいと思います。

1．吸汁性害虫（カメムシ類）

球果を吸汁するカメムシは10種以上いるといわれていますが，よく知られているのはチャバネアオカメムシ（成虫は光沢のある緑色，写真左），クサギカメムシ（成虫は暗褐色，写真中央）及びツヤアオカメムシ（チャバネアオカメムシに似ているがやや大きい，写真右）です。



カメムシは球果に口吻を差し込み吸汁し，種子の発芽率を低下させます。被害を受けてもスギ球果ではその判定が難しいといわれていますが，ヒノキの球果ではヤニ状のものが球果や種子表面に付着するため，これが被害判定の目安になります。

カメムシに対しては，MEP剤，MPP剤などの農薬で防除効果があったことが報告されていますが，今ではむしろ袋かけによる防除が効果的であり，その時期は5月以前に行うことが望ましいと考えられています。また，天敵として成虫に寄生するマルボシハナバエや卵寄生蜂のチャバネクロタマ

ゴバチなどが知られています。

2．穿孔性害虫（スギカミキリ）

スギカミキリは，幼虫が辺材部を食害するため森林においても大害虫ですが，ストレスを受けた木では，幼虫の生存率が上昇するため，採種園では大被害を被ることがあります。そのため，被害の早期発見が望ましく，ヤニの滲出や成虫脱出孔の有無など成虫侵入の兆候が認められたら，成虫の羽化脱出時期に薬剤（MEP80とプロチオホスの250倍）またはバンドトラップ（カミキリホイホイ）法などの防除に着手しなければいけません。できることなら冬期に被害木を伐倒し，焼却する必要があります。

3．球果害虫（コバチ類及び蝶蛾類）

コバチ類では，スギモンオナガコバチ（成虫は黄褐色，幼虫は白色）及びヒノキモンオナガコバチ（成虫，幼虫ともスギモンオナガコバチに似る）の被害が報告されています。これらの害虫は，成虫が種子の中に卵を産み付け，孵化した幼虫が種子を食害し，発芽率を低下させます。採取したばかりの種子では被害を受けているかどうかわからないため，発見が遅れる場合があります。両種とも加害時期はおよそ5～7月にかけてですので，この時期にカメムシと同じように袋かけをすれば被害を防ぐことができます。

蝶蛾類では，主にウスアカチピナミシヤク（成虫は灰白色，幼虫は淡黄から淡赤紫色），スギカサガ（成虫は光沢のない灰褐色，幼虫は黄白色）の被害が知られています。これらの害虫は，幼虫が種子を食害します。前者は，侵入孔から虫糞が排出され，後者は球果の鱗片が褐色することで被害の確認ができます。両種とも産卵・孵化期（5月～8月）にスミチオン乳剤を散布すると効果があり，またその後の被害を防ぐため被害球果を取って焼却する必要があります。

（センター本所 育種課 加藤一隆）