

## 第2章

# 採種園の設計

## 採種園の造成場所の選定

採種園を造成する場所を選定する場合は、以下の事項に留意する。

### ■ 場所

採種園は、種苗配布区域に配慮し、原則として、その種子を使って造林する配布区域内につくる。

### ■ 位置

採種園は、集約的な栽培管理をするので、交通、電気等の必要な基盤が整っている場所がよい。また、外部の花粉が園内に混入すると育種効果が低減するので、隣接地にヒノキ林がある場所は避けた方がよい（500m～1km離れることが理想で、最小限300m以上が必要）。

### ■ 気候

成長が良く、開花結実を確実なものとするため、寒害及び雪害等の気象害を受けないよう穏和な気候を持つ土地を選択する。多雪地帯や少雪寒冷地では、雪囲い、寒害防止など管理コストが高くなる場合があるため、なるべく避けた方がよい。

### ■ 土壌

土壌の通気性、透水性の良好なところがよい。粘土質土壌の場合は、大きな植穴にすると水がたまり、数年後に根腐れをおこす恐れがあるので、排水溝を掘るか植穴の深さを加減する。

### ■ 水利

採種園の保護管理には、灌水、病虫害防除のための薬剤散布など、多量の水を使うので水の確保が可能なところがよい。

### ■ 地形

採種木の結実のためには、日当たりのよい場所が望ましい。また刈払機等の機械を使うため、なるべく平坦地がよい。

### ■ 労働力の供給

施業管理を行うため、毎年一定の労力を確保できることが望ましい。

### ■ 状況の確認

環境条件等に気象害・生物害等恒常的（連年隔年）な被害の少ないことや、周囲の同一樹種の着果状況等を把握するとよい。また可能であれば、採種木の育成から越冬、その他管理全般について予備試験を行い、事前に採種園の成育条件を把握することが望ましい。

採種園を造成する場所が決定したら、造成前及び造成時に、以下の事項に留意する。

### ■ 整地

植付後の諸作業を容易にするため、伐根、かん木類および笹類や大型雑草などの地下茎をも取り除く。林地を整地する場合には、立木を伐採した上、火入れして地被物を除去（焼却）する。小径木の伐根は除き取るが、中径木の伐根は地際より切断して、その後の作業を容易にする。笹生地は火入れ後、枯殺剤散布により笹根茎を完全枯死させ、その後に牧草を混播する。

### ■ 土地整備

地下水位が0.5～1.0m以内の場所では、暗渠、または明渠の排水設備を行い、園内の排水をよくする。また不透水層が上層にあるとき、すじ状に深耕を行ない排水を行う。成長の悪い採種木は、この不透水層が上層にあることが原因の場合がある。

### ■ インフラ整備

給排水路・建物・その他種子乾燥室・作業室・器具倉庫等施設を設ける。

### ■ 作業用通路の作設

採種園を区画するときには、生産資材の運搬、球果の搬出、耕耘および消毒剤、殺虫剤などの散布作業を容易にするために、作業用通路を作ると良い。例えば、剪定時の枝や球果の運搬などがしやすいように、導線上に作業用の機械が入る作業用通路を設ける。

### ■ 花粉防護林の設置

園外からの外部花粉の飛散（または混入）が考えられる場合は、交配チャンスが全くない異樹種を花粉防護林として植栽する。しかし、採種園はなるべく風通しをよくしておくことも重要であり、極端に周囲を囲むことは避ける。

### ■ 機械器具設備

中耕などを行うトラクタ等の機械を準備する。

### ■ 植付前の施肥

植栽前に堆肥および化学肥料などを施用する。コガネムシによる被害防止のため、殺虫剤も忘れずに散布する。肥料散布後は何度も砕土・整地を行い、肥料を土とよく混和する。

採種園の造成時は、以下の事項に留意する。

### ■ 植栽準備

採種園のクローン配置図に基づいて、縄や杭などを用いて造成予定地の区画を明確にする。

誤った苗木の植栽を防ぐため、植栽作業を始める前にクローン配置図を見て、植栽位置にクローン名を明記した表示杭等を立てるのが望ましい。また同時に、植栽する原種苗木にはクローン名を表示したラベルを付ける、または付いていることを確認する。

苗木の乾燥と損傷は活着に影響するので、苗木の取り扱いを丁寧に行なう。特に輸送中に根が乾燥しないように冷蔵で根を梱包して輸送したり、仮植する期間を短くする。仮植する場合は、冷暗な場所に苗木を置くなどに気をつける。

### ■ 植栽作業

各苗木を植栽する際、事前に設置した表示杭と苗木のラベルが合っていることを確認し、採種園のクローン配置図と異なった系統の苗木を誤って植栽しないように気をつける。植栽時には根を乾燥させないように充分注意し丁寧に植栽をする。特に根に直射日光が当たるような状況は極力回避する。

## 採種園造成後の作業及び管理

採種園の造成が完了した後は、以下の事項に留意する。

### ■ クローン配置図の作成

植栽終了後、植栽した苗木ラベルの系統名を確認しながら、直ちにクローン配置図を作成する。

### ■ 植え付け後の管理

植付した苗木は、活着するまで風などによる動揺を防ぐため支柱立てをする。接木台木から発生した芽は直ちに切除する。苗木に荷札などの針金が巻かれていることもあるので、苗木が針金を巻込まないように、針金を取り除く。

植付後はよく園内を巡視し、各種被害の発見と、その防除に努める。枯損が生じた場合は、枯損した苗木の位握とクローン名を記録し、すみやかに補植を行う。

植付け当年は苗木が小さいので特に下刈の際には誤伐に注意する。誤伐を防ぐためにも、苗木に支柱を立てるとよい。

# 採種木の選定と 採種園の使用期間

ヒノキの造林には、主に実生苗木が用いられる。生産される苗木の品質は、採種園を構成するクローンによって異なる。ここでは、採種木の選定に係る考え方と選定の方法について解説する。また、採種園の使用期間について解説する。

## ■ 採種園の構成クローンの選定と留意点

林業・林産業を取り巻く国内・地域の情勢、政府や林野庁等の施策の方向性等を踏まえて、採種園に導入するクローンを選定することになる。

採種園に導入するクローンの選定にあたっては、エリートツリー（特定母樹）特性表や、林野庁等が公表している特定母樹の特性値を参考にするとよい。

## ■ ミニチュア採種園の使用期間について

採種園の使用期間には生物学的な側面と採種園の機能的な側面がある。生物学的な側面としては、使用期間は10年程度ということではない。採種園の機能的な側面から見た場合、ミニチュア採種園の利点の一つは、クローンの更新が容易である点である。10年程度で新たなクローン構成の採種園とすることで、より特性の優れた種子を生産することが可能となる。また、体質改善によって、それまでの採種園を活かしつつ、生産される種子の特性を高めることができると考えられる。なお、体質改善とは、特性表等を参考に、生産目標に合致する優れたクローンに入れ替えたり、不良なクローンを除去することである。ただし、採種園を長期間利用するためには、剪定や施肥管理を適切に実施し、採種木の樹体サイズをなるべく同一に維持し、健全に保つことが必要である。

採種園で生産される苗木生産の推定量から必要な採種園の規模（造成面積）を算出する方法を解説する。

### ■ 採種園の総面積の計算例

#### □ 採種園の総面積の計算にあたっての留意点

以下に示す採種園の総面積の計算は、採種園造成後に間伐は行わず、事業的にジベレリンによる包埋処理によって計画的に種子生産することを前提にしている。

- ① ニーズに対応した生産種苗の種類と、中長期的な造林計画等に基づく年間造林面積から、必要な山行苗木の総数を計算する。
- ② 採種木1本あたりから生産される山行苗木数を計算する（第4章を参照）。
- ③ 最終仕立ての樹形から植栽間隔を決定する。  
例）植栽間隔は3.0m×3.0m
- ④ 採種園における施業を区画単位でローテーションする場合は、区画数を決定する。  
例）3年間で施業を一巡させるのであれば、区画数は「3」となる。

#### □ 採種園の総面積の計算例

以下に示した方法は、あくまでも計算方法の一例である。豊凶や苗木生産の方法等によって、詳細は変わってくる。

- ① 年間造林面積が100haで、植栽密度が2500本/haであれば、山行苗木の総数は25万本となる。
- ② 胸高直径10cmの採種木1本あたり3枝にジベレリン処理し、処理した枝にカメムシ防除袋を掛け、その処理した枝からのみ球果採取した場合の採種木1本あたりの山行苗木の総数は約750本になる（第4章を参照）。
- ③ 最終仕立ての採種木の高さを3mで維持し、下枝にも十分な光が当たるようにするためには、植栽間隔を3.0m×3.0mとする（第2章を参照）。
- ④ 1区画目では冬に整枝剪定、2区画目では夏にジベレリン処理、3区画目では秋に種子採種とする施業を行う場合は、3区画が必要になる。

以上の条件の場合に必要な採種園の総面積は以下のようになる。

毎年球果採取に必要な採種木数は、 $25万本/750 \div 333本$ となる。ただし、これは1区画のみの本数である。3区画でローテーション管理するため、採種園全体では $333本 \times 3区画 = 1,000本$ の採種木が必要となる。 $1,000本$ を $3.0m \times 3.0m$ （ $1111本/ha$ ）の植栽間隔で造成するために必要な採種園の総面積は約 $1.1ha$ となる。この面積の他に、建物敷、道路敷、防風林、花粉防護林などの区域の面積を加える必要がある。

ヒノキの場合、植栽密度が過密になると樹冠の下部にまで十分に陽光が当たらなくなるため、種子生産量は大幅に減少する。例えば、採種木を高密度で植栽すると、初期の種子収量を多くすることができるが、適切に管理しないと、すぐに日当たりが悪化し、種子生産量は減少する。採種木の最終仕立ての樹形をイメージし、過密にならないように、適正な植栽間隔を決めることが重要である。ここでは、採種木の植栽間隔の計算方法について解説する。

### ■ 採種木間の距離の決定

ミニチュア採種園における採種木間の距離は、設定地の地形と面積にもよるが、目安として最終仕立て高と同程度の採種木間の距離にすると、下枝まで陽光が当り着果が期待できる。また管理作業の効率化のために刈り払い機等の機械を入れる場合は、機械が入りやすい距離に設定する。

カラマツの採種園の例であるが、採種木間の距離を決定する上で、参考になると考えられるため紹介する（浅川 1966）。

$$D = ((H - a) / \tan \alpha) + C / 2 \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

ここで、H：樹高（m）、D：採種木間の距離（m）、C：クローネ直径（m）、 $\alpha$ ：日南中高度（度）、a：枝下高（m）

式1を用いて、最終仕立ての樹高、クローネ直径、枝下高、日南中高度を入力すれば、採種木間の距離を計算することができる。留意してほしい点は、枝が触れ合わないよう管理する必要があるため、 $D > C$ にする。

### □ 植栽間隔の計算例

最終仕立ての樹高（H）：3.0m、クローネ直径：3.0m、枝下高：0.5m、花芽分化期と考えられる6月から9月の日南中高度を55度とした場合の採種木間の距離（D）は、3.25m以上で管理する必要があると計算される。

### ■ 植栽間隔について

通常（従来）型のヒノキ採種園は、2回間伐を前提に、当初1600本/haで造成していたが、植栽後10年も経たないうちに、枝が触れ合うようになり、過密で、樹冠の競合や採種効率の低下することが懸念されている。実際に10年生未満では一部のクローンしか結実しなかったり、結実してもha当り数キロしか採種できない事例も見られ、10年生前後で1回目の間伐を行うとなれば、半数の採種木が利用されないまま伐採されることになる。伐採された採種木に対する投資額は無視できないため、採種木間の血縁を考慮しながら、最初から間伐をしない前提で、最終仕立ての採種木間の距離で植栽することも一考である（佐々木・都築 1989）。

### ■ 採種木の最終仕立ての樹高の決定

式1を変形した式2によって、採種木間の距離、クローネ直径、日南中高度、枝下高が分かれば、最終仕立ての樹高（H）を決めることができる。

$$H = (D - C/2) \times \tan \alpha + a \cdots \cdots \text{(式2)}$$

ここで、H：最終仕立ての樹高（m）、D：採種木間の距離（m）、C：クローネ直径（m）、 $\alpha$ ：日南中高度（度）、a：枝下高（m）

計算例)

採種木間の距離：3.0m、クローネ直径：2.5m、枝下高：0.5m、花芽分化期と考えられる6月から9月の日南中高度を55度とした場合の採種木の最終仕立ての樹高（H）は、3.0m以下で管理する必要があると計算される。

最終仕立ての樹高の決定には、採種作業や剪定作業の効率性を考慮することも重要である。

1つのミニチュア採種園は、構成クローンによって、特徴を持った1つの集団品種とみることができる。これらの特性を発揮させるための採種園の設計とその特性を示す採種園の名称について解説する。

### ■ 採種園とは

採種園は、遺伝的に優れた種子を生産するための樹木園であり、そこから生産される苗木の特性は、採種園に植栽される系統の構成によって異なる。

### ■ 採種園の名称について

林業種苗法では、生産事業者及び配布事業者は種苗を配布する際に採取場所及び指定採取源の種別などの表示義務が定められている。この表示票には、生産事業者名、いつどここの採種園から生産されたもので、どんな形質に優れた苗木かが一目でわかるように、「○○（地域名）少花粉ヒノキミニチュア採種園」のように、地域、樹種、生産される種苗の特性が分かるような採種園の名称がよい。

### ■ 採種園の造成計画の立て方

#### □ 優良品種等の原種の確保

ミニチュア採種園は、通常の採種園とくらべ造成から種子生産までの期間短縮が期待される。造成に当たっては、造成地の選択、導入クローン、採種園の規模・配置図の設計など造成計画を立てる必要がある。導入クローンや本数が確定した場合は、各育種基本区を管轄する林木育種センターまたは育種場に優良品種等の原種配布を計画的に要望する。

#### □ 優良品種等の増殖計画

ミニチュア採種園を造成するに当たって、優良品種を自ら増殖する場合は、一定のクローン数及びクローン当たりの苗木本数の確保が必要になるので、採種園等からの計画的な穂の供給と増殖計画を立てる必要がある。クローンの枯損等で導入クローンに不足が生じた場合は、採種園全体の造成や管理計画に影響するので、年次ごとに必要数を把握して増殖計画を立てる必要がある。

### ■ 採種園の型式

ヒノキは一部自家受粉が可能な他家受粉植物である。種子の形成には交配が不可欠であるが、交配様式によっては不稔種子が形成される。不稔種子は胚の形態からシブダネやシイナに区分されるとされ、シイナは花粉の未受粉により、シブダネは主に交配不和合性により形成される（丹原 1990）。また他家受粉の発芽率は40%以上となるのに対して、自家受粉の発芽率は5%と低くなることが報告されている（中村・内田 1991）。このように、どのような交配が行われるかによって、そこから生産される種子の品質が変化する。採種園における自殖率を推定した結果、自殖率は2.3~16.1%であったとされている（清藤 1990a；Seido et al.2000）。自殖ではない場合でも、血縁が近いもの同士の交配で得られた種子から育成した苗木は、成長が悪い傾向がある。以上のことから、採種園では異なるクローン間の交配チャンスがなるべく均等になり自殖が少なくなるようにするため、採種園の構成クローン数はなるべく多くするように配慮し、各クローンの隣接組合せの多様化を図る必要がある。採種園では生産種苗の遺伝的多様性等を勘案して25型を基本とし、構成するクローン数は25~48とする必要がある。大きな改良効果を期待したい場合や、導入可能なクローン数が少ない場合は9型とする。この場合、構成するクローン数は9~24とし、あるクローンの周囲の8個体とは血縁関係がないクローンで構成する必要がある（表1）。ただし、次代検定などの特性調査の結果で不要クローンを除去するといった体質改善があり得ることを考慮すると、10以上のクローンで構成するようにした方がよい。

表1 9型採種園のクローン配置の例

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

注) 数値はクローン番号

少花粉品種や特定母樹のような花粉の少ないクローンで構成されたミニチュア採種園は、一般のヒノキに比べて花粉濃度が低くなる可能性がある。その場合は、人工交配やSMPによって他のクローンの花粉を受粉させる方法もある（第3章参照）。

### ■ 採種園の区画について

毎年種子を生産したい。しかし、毎年ジベレリン処理を行い着花促進を行うと採種木が衰えてしまう。採種木が衰えないように種子生産を行おうとすると、1年目の冬季に剪定を行い、2年目の夏にジベレリン処理して着花促進し、3年目の春に交配して、同年秋に採種する。また4年目の冬季に剪定を行うようにすると、木を弱らせずに種子を生産することができる。毎年安定的に種子生産しようとする、少なくとも区画を3つ設けて、それぞれの区画で施業を1年ずつずらし、毎年異なる区画でジベレリン処理を行えるような体制を構築する。このようにすると、採種木を弱らせることなく、毎年同程度の種子生産を行うことができることが期待できる。

ミニチュア採種園の造成は、3年以上かけて毎年造成することが望ましい。ここでは、区画を単位としたローテーション管理について解説する。

### ■ 区画ローテーションの例

剪定した当年の花芽分化は減るため、ジベレリン処理は剪定した翌年以降が良いとされている（三嶋ら 1979）。また、球果を手でむしり取る方法は1年目から回復が認められるが、球果がついた枝を切って採種する方法は、1年目は種子生産が少なく、2年目になって種子生産の回復が認められたとしている（増田 1985）。すなわち、剪定した2年目にジベレリン処理を行うことが重要である。

図1には、採種園造成後における造成管理のサイクルを示した（Matsushita 2025）。まずは区画を単位としたローテーションを3区画で管理する場合を紹介する。区画Aにおいて冬季に剪定を行う場合を1年目とした場合、2年目の夏季にジベレリン処理を行い、3年目の秋季に球果採取を行う。区画Bでは、1年目の秋季に球果採取が行われ、2年目の冬季に剪定が行われ、3年目の夏季にジベレリン処理が行われる。区画Cでは1年目の夏季にジベレリン処理が行われ、2年目に球果採取、3年目の冬季に剪定が行われる。このように、それぞれの区画が1年ずつずれる。

4区画ローテーションの場合は、1年目の冬季に整枝剪定を行い、2年目は養生してジベレリン処理する枝を育成し、3年目の夏季にジベレリン処理、4年目の秋季に球果採取を行うと良いと考えられる。3区画ローテーションに比べて、剪定してからジベレリン処理までの期間が1年間長く、その分、枝が伸長するため、ジベレリン処理した枝の着果量は増える可能性はあるが、日当たりが悪くなることによって、着果量が減る可能性もある。

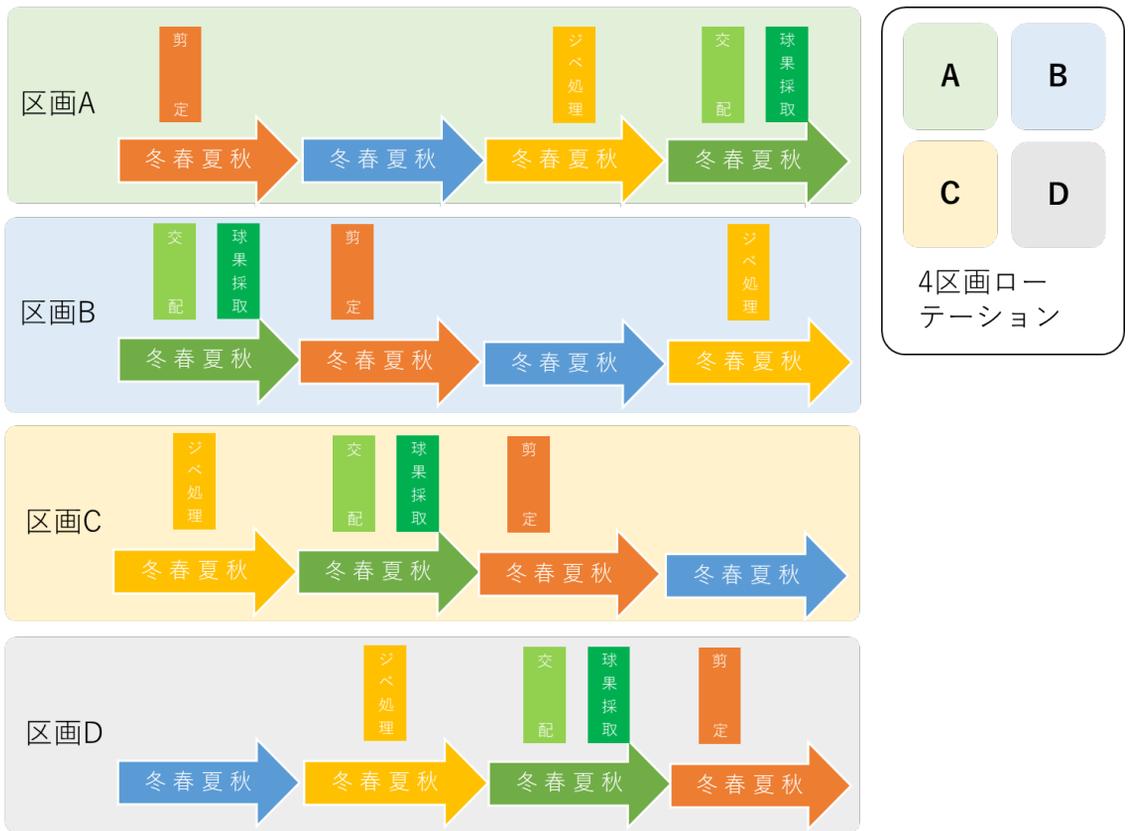
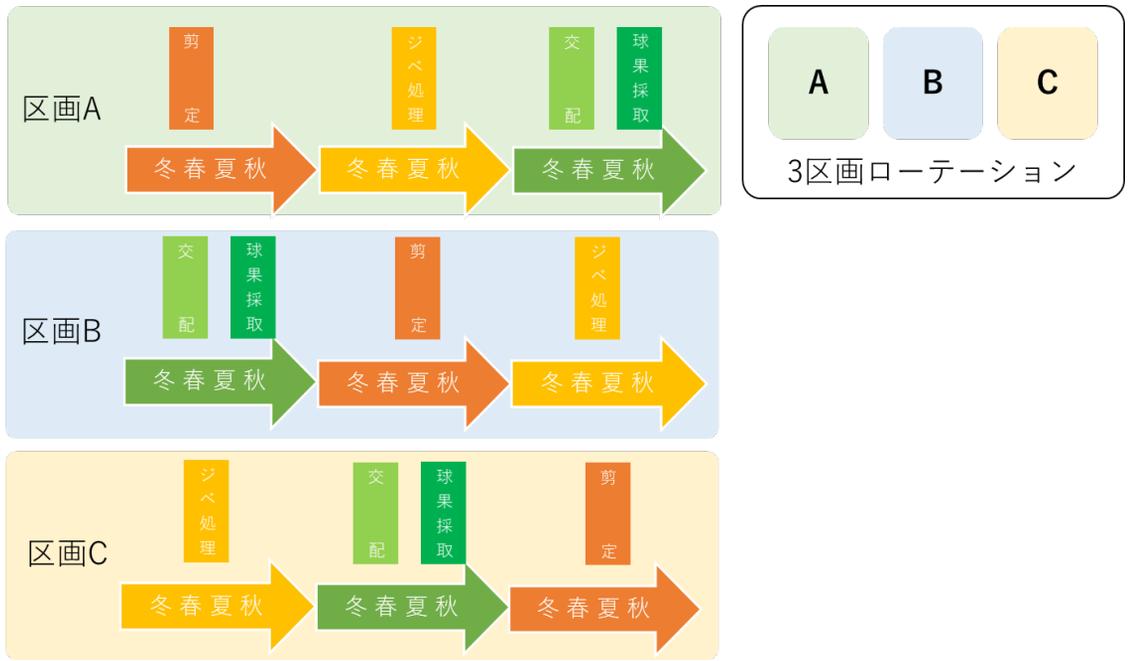


図1 区画でローテーション管理する場合の例  
上：3区画の場合、下：4区画の場合

### ■ 樹体内ローテーション（枝単位の管理）の例

採種園面積が少なかったり、母樹の本数を少なくしたい場合には、区画でローテーションする代わりに、同一樹体内で、枝毎にローテーションすることが考えられている。毎年、3分の1程度の数の一次枝の適切な個所にジベレリン処理を行い、3年間でローテーションを行う。傷口をふさぐテープの色を変えることで、枝単位での管理ができる。

枝単位でのサイクルを示した。枝単位で管理する場合は、  
①1年目の夏季にジベレリン処理を3分の1の一次枝（赤）に行い、冬季にはジベレリン処理枝以外の枝の弱剪定を行う。

②2年目の夏季に、1年目にジベレリン処理をおこなった枝以外の枝の約半数の一次枝（二次・三次枝を含む：青）にジベレリン処理を行う。2年目の秋季に（赤）の枝から球果採取を行う。2年目の冬季に、球果採取を行った枝（1年目にジベレリン処理を行った枝：赤）を剪定する。また同時に、顔より高い位置の立枝等も剪定する。この時、2年目にジベレリン処理した枝、次年にジベレリン処理する予定の枝は切らない。

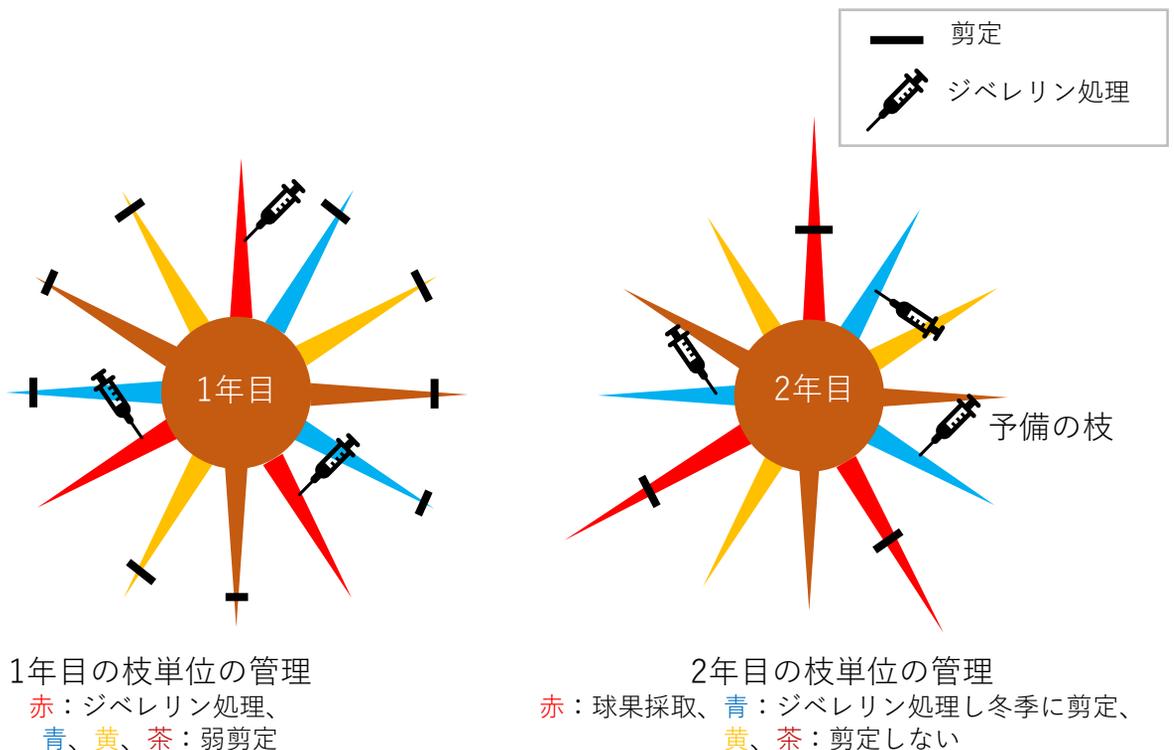


図2 枝単位の管理（樹体内ローテーション）

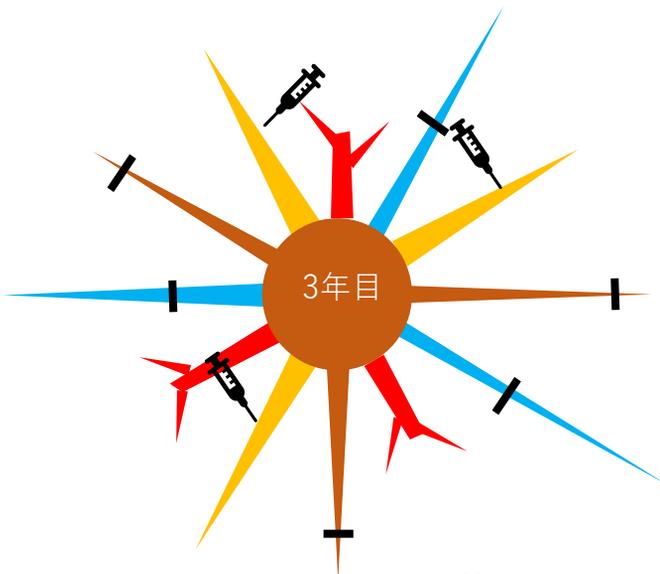


図3 3年目の枝単位の管理  
 青：球果採取、黄：ジベレリン処理し  
 冬季に剪定、茶：適宜剪定

③3年目の夏季に残りの3分の1の一次枝（二次・三次枝を含む：黄）にジベレリン処理を行う。3年目の秋季に（青）枝から球果採取を行う。3年目の冬季に、球果採取を行った枝（2年目にジベレリン処理を行った枝：青）を剪定する（図3）。長くなりすぎた予備枝（茶）は適宜剪定を行う。また同時に、顔より高い位置の立枝等も剪定する（図4）。

④4年目は2ローテーション目の始まりで、1ローテ1年目にジベレリン処理を行った枝（2年目の冬季に剪定した枝：赤）の二次枝より先の部分に再度ジベレリン処理を行う。秋季には、1ローテ目の3年目の枝（黄）から球果を採取することになる。

表1 枝単位の管理（樹体内ローテーション）

枝色	1年目	2年目	3年目	4年目
赤	ジベレリン処理(夏)	球果採取(秋)、剪定(冬)		ジベレリン処理(夏)
青		ジベレリン処理(夏)	球果採取(秋)、剪定(冬)	
黄			ジベレリン処理(夏)	球果採取(秋)、剪定(冬)
茶			適宜剪定	

※1年目から3年目は1回目のローテーション管理の1～3年目にあたり、4年目は2回目のローテーション管理の1年目にあたる。

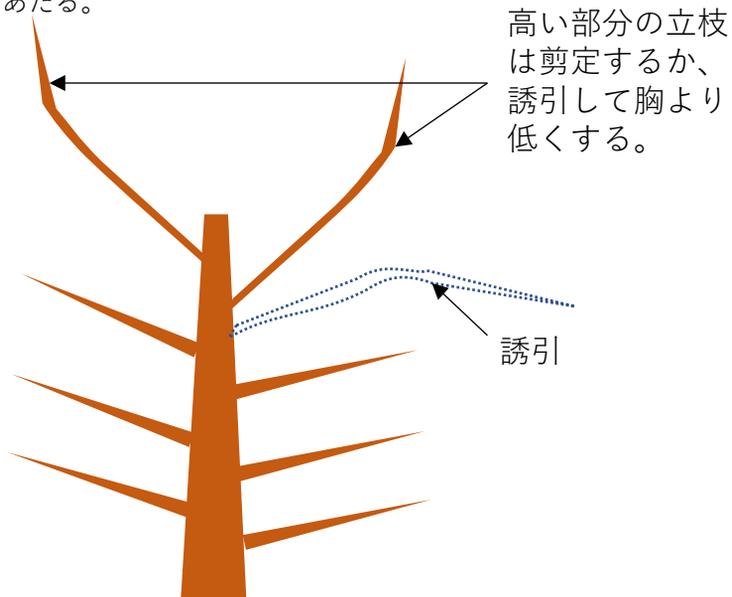


図4 枝単位の管理（樹体内ローテーション）（つづき）

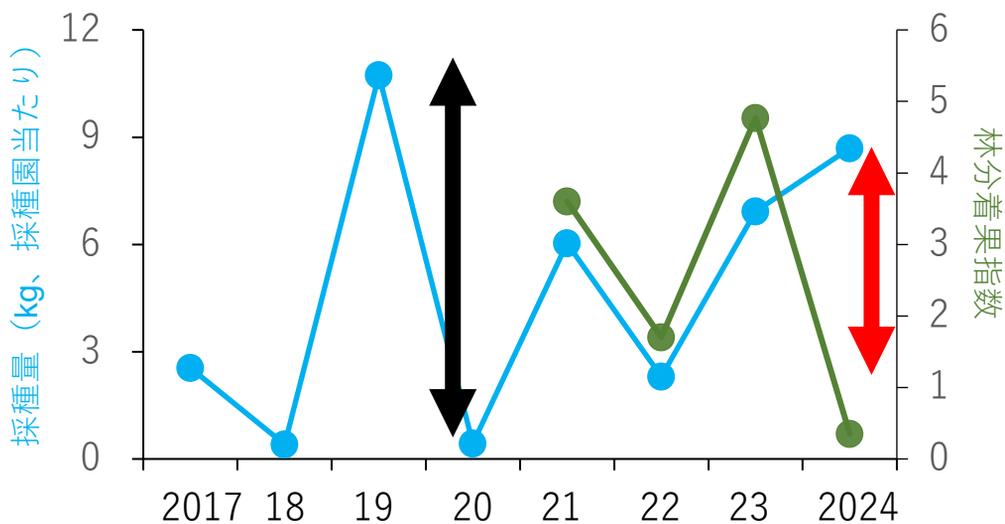


図5 愛媛県東温採種園における採種量の変動

- 2020年度まで区画ローテーション剪定であった採種園を2021年度から枝ローテーション剪定に変更した。ジベレリン処理についても同様である。
- 樹体サイズの拡大が抑制できている。
- 豊凶の年変動が縮小している（図5）。

# 事例紹介(三重県) 樹体内と区画ローテーションの比較

同一ヒノキ採種園内の区画ローテーション区と樹体内ローテーション区で同時期に採種量を比較した結果について紹介する(写真1、図1)。調査地は、三重県津市内のヒノキミニチュア採種園である。



写真1 調査地の状況  
※ヒノキ特定母樹14クローンを植栽



図1 調査地の配植図  
※図中の数値は採種木のクローン番号

## ■ 樹体内ローテーションと区画ローテーションの種子生産量

樹体内ローテーションの1個体あたりの採種量は区画ローテーションと同程度以上となった(図2)。

### 樹体内ローテーション

個体数 26本

2021~2023年 ジベレリン処理枝数  
各個体 3~5本程度

2022~2024年 1個体あたり  
採種量 127g ← 3年間の  
収穫

### 区画ローテーション

個体数 23本

2022年 ジベレリン処理枝数  
各個体 5~7本程度

2023年 1個体あたり  
採種量 118g ← 3年に1回  
の収穫

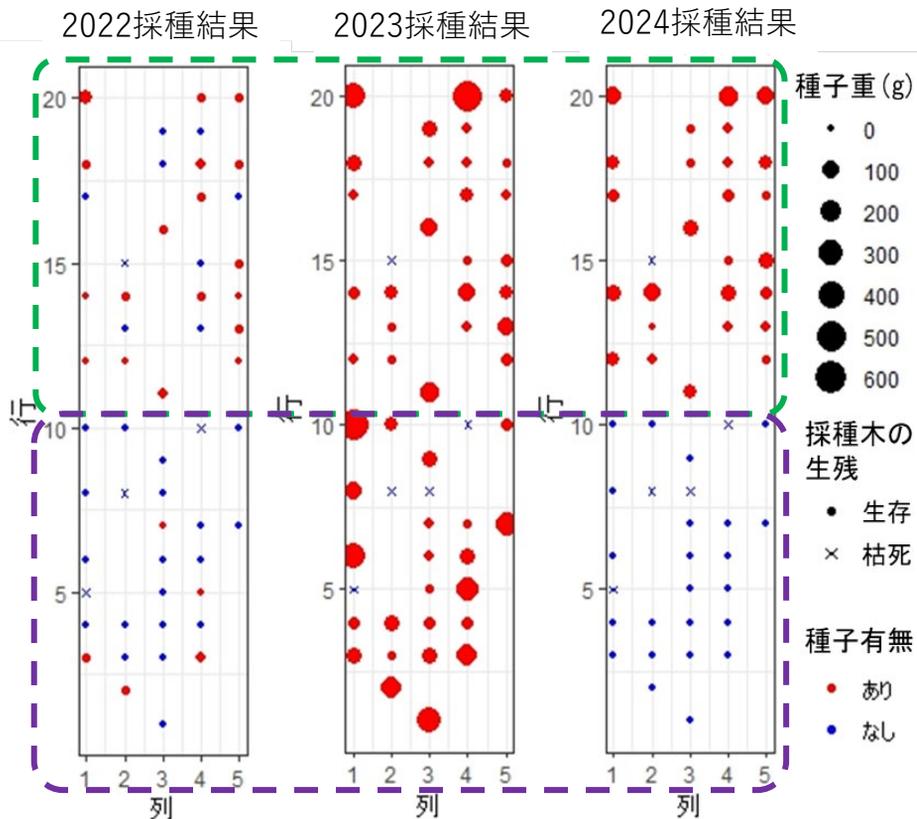


図2 2022~2024年の各個体の種子生産量

面積規模の小さい採種園でも効率的に種子生産が可能になり、採種園の造成や管理にかかるコストを軽減できる可能性がある。