

東北の林木育種

No.204 2013.7

東北育種場の平成25年度重点取り組み事項

東北育種場長 田之畑 忠年

平成25年度の東北育種場の重点取り組み事項について紹介します。

1 マツノザイセンチュウ抵抗性苗木の確保対策

東日本大震災の津波により被害を受けた海岸防災林の再生のために、最も被害の大きかった宮城県では、東北森林管理局が仙台湾周辺で国有林・民有林約1,100haを対象に、海岸防災林復旧に取り組んでおり、現在は、育成基盤の造成を目的として2～3mの盛り土作業を行っています。基盤造成事業が終了したところから、順次植栽が行われており、昨年11月4日には「みどりのきずな再生植樹式」が行われ、クロマツ、コナラ、ヤマザクラ等2,200本が植栽されました。今後、10年間で500万本以上の植栽用苗木が必要と試算されています。

東北育種場では、マツノザイセンチュウ抵抗性苗木の供給に資するため以下の取り組みを行っています。

① 抵抗性マツの開発

平成24年度末で、東北育種基本区内で、抵抗性アカマツ47品種、クロマツ20品種が開発されています。今後、一層の海岸防災林に利用されるクロマツ品種の開発が必要です。

② さし木苗木の生産技術開発

マツ類の発芽率は、90%以上であり、苗木のほとんどは実生苗です。しかし、抵抗性採種園の種子生産量より需要が多く、苗木生産本数が少ないのが実情です。

このため、マツのさし木苗木の生産技術開発に取り組んでいます。

③ 抵抗性採種園の種子増産、抵抗性採種園の造成

抵抗性採種園は、平成24年度末現在、東北育種基本区内でアカマツ6か所(6.06ha)、クロマツ3か所(0.64ha)あります。アカマツで平成7年、クロマツで平成15年に造成が始まりました。

採種園造成後、本格的に種子生産が行われるのは、約10年目からとなるため、それまでの間に着生した雌花を有効活用して種子の早期普及を行うために簡易な方法による人工交配の取り組みを始めました。

2 スギエリートツリーの開発

スギエリートツリーについては、成長とともに立木状態での材質調査も行い、候補木を選抜し採穂後に、さし木発根率と苗畑で初期成長調査を行い確定することとしています。平成22年度以降成長、材質に優れた285個体を選抜採穂して現在苗畑での育成調査を実施中です。

この中から、平成25年度には、東北育種基本区での第1弾のエリートツリーを確定し、33年度に苗木生産を見込んで作業を進めています。



スギエリートツリー候補木
育成調査地(奥羽増殖保存園)

3 国有林内旧カラマツ採種園での共同研究

最近のカラマツ材需要の高まりから、岩手県の民有林造林面積の約7割をカラマツが占め、それに伴い苗木需要量も高まっており、平成22年産の苗木需要量は、平成19年の1.9倍に増加しています。この苗木生産に必要な種子を岩手県産種子のみでは、賄いきれないため他県産種子を購入している状況です。

カラマツの着花促進処理には、主に環状剥皮が行われてきましたが、新たな着花促進技術が求められています。このため、東北森林管理局久慈支署、岩手県、東北育種場の3者で、岩手県久慈市侍浜の旧カラマツ採種園を活用して、着花促進試験の取り組みを始めました。今年度は、環状剥皮とジベレリン処理を組合せた方法と採種園内の光環境改善試験等を行うこととしています。



カラマツ雌花
(東北育種場構内)

2013年7月号の紙面

東北育種場の平成25年度重点取り組み事項……………	1
【寄稿】	
小岩井農場の森林経営……………	2

【育種トピックス】	
山形県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業…………	4
マツ類(カラマツ・アカマツ)着花促進技術の	
確立に向けた取り組み……………	6
ミニ林木育種事典……………	8

【寄 稿】

小岩井農場の森林経営

小岩井農牧株式会社 山林部取締役部長 田口 春孝

1 沿 革

当農場は、食糧生産の目的をもって、明治24年国有林野の払い下げを受けて創業しました。明治32年岩崎久弥氏の単独経営に移ってから事業の改革を行い、牛・馬・羊の育成による畜産事業と共に山林の事業も併せて行うことになりました。

火山灰土に覆われた、この岩手山南麓に植林を開始してから120年余、当初は遮るもののない一望の原野であったが、現在は森林面積2,000ha（農場総面積約2/3）総蓄積量47万m³の樹林帯に限なく覆われています（写真－1）。



写真－1 樹林帯に覆われた小岩井農場

この間の変遷を要約すれば、ほぼ次の六期に大別できます。

第一期 裸地への新植期(明治32年～大正前期)

創業期から防風林の造成を行っていたが、樹林部を設け経済林の造成と併せて「美しい農場」を造るための風致鑑賞林の造成も行いました。この間1,000ha余の植林と、約800haに及ぶ天然アカマツと広葉樹稚樹の保護を実施し、量的拡大による経営基盤を確立しました。

第二期 林力充実期(大正後期～昭和16年)

大正13年、「第1回施業案」を編成し、合理的計画的林業経営の基礎固めを行いました。施業の重点は、既存植林地の撫育保護に置き、他方植林も継続し、無立木地の解消、二段林型によるスギ林の育成等、内容の充実に努めました。なお、樹林部が単独の黒字を計上するのに40年の歳月を要し、この間製炭、林産物の加工販売等様々な努力がなされた時代でもありました。

第三期 乱伐期(昭和17年～25年)

大戦中の強制供木と、戦後の未墾地買収により800ha余の林地を失い、経営面積は激減し、林力は著しく低下し、略奪的経営を余儀なくされました。一方、この間樹林部がその収益で農場経営を支えた時代でもありました。

第四期 再建期(昭和26年～40年代前半)

昭和25年農場の存続が確立すると同時に、次の目標を掲げて山林復興に取り組みました。

- 1) 600haの拡大造林推進
- 2) 場内各所に散在する草生地、藪地に植林する
- 3) 林道網を改良強化して山林の利用度をたかめる

などこの目標は40年に達成し、特に3)は今でも大きな財産でもります。

第五期 長伐期施業の確立(昭和46～60年代)

病虫害発生等、単純一斉林造成の反省から列状混植法を開始するとともに、寒風害からスギを護る小面積带状更新法（写真－2）の定着を図りました。また、農場に適合する裏スギ系品種の採種園（写真－3）を設け、自社植林用苗木の生産も開始しました。さらに収穫まで長期間を要する山林経営と短期間の仕事である緑化事業を開始し経営基盤の強化を図りました。



写真-2 小面積帯状更新法



写真-3 裏スギ系品種の採種園



写真-4 優良保存林

第六期 事業の多角化(平成元年～24年)

森林を普通施業林(1,400ha)、景観保全林(400ha)、優良保存林(200ha)(写真-4)に区分し、それぞれの施業目標を定め、多様な森林造成の試みを開始しました(表-1)。また、林業労働者の若返りを図る目的で、平成7年有限会社フォレストサービスを設立し、丸太販売主体の林業経営から脱却する目的で、株式会社岩手モクアートを設立、林業のアンテナショップとして「どんぐりコロコロ」を運営し現在にいたっています。

表-1 森林蓄積量の推移(単位:千m³)

T14年	S16年	S30年	S60年	H14年	H25年
85	144	168	261	327	470

2 持続可能な森林経営を目指して

昭和39年の木材輸入の自由から始まり、円高容認のプラザ合意、10年保証の建築法改正等、立木価格は下落しその用途も、マモノの建築材から合板、集

成材に激変しました。この10年来赤字に転落した損益とともに、見えがかり材として高付加価値のスギの造林は、その生産目標を失ってしまいました。森林の公益的機能など世間ではもてはやされていますが、持続可能な森林経営の基本は黒字経営にあります。50年先、100年先の需給予測をもとに、林業利回りを計算し、樹種を選定するというのは、不可能というより無駄であり、適地適木を厳守し、多様な森林造成を継続することを基本とした森林経営計画を本年編成しました。

その骨子は、平成25年から、有限会社フォレストサービス(社員17名、平均年齢33歳)に小岩井農場および周辺の森林経営を委託管理する会社とし、森林経営計画の編成、育林作業や立木買い取りから丸太販売、さらには森林資源加工販売まで行う会社に変革させます。言われたことを黙々こなす林業労働者集団から、林業技術者、営業、そして経営者までこなす林業経営体になるのです。会社方針を安全第一と信用創造とし、高い専門性と約束厳守、人脈形成と顧客サービスの徹底を図る人材の育成が目標です。育成といっても個人の自立心を伸ばすことに重点を置き、個人の「考える力」を伸ばし、既成概念に捉われず、自然の摂理を理解した上での柔軟な思考で新たな森林の価値を生み出す組織の構築です。黒字化のため、低コスト林業、短伐期施業、天然下種更新、高付加価値販売など様々な手段はありますが、それを実現するのは人の力であり、若手の育成は持続可能な森林経営の基盤となるのです。

3 おわりに

明治30年森林法の制定後の国有林特別経営による無立木地、散生地への造林と小岩井農場の原野への造林と林業のスタートは重なります。その間、明治期の法正林思想から大正期の恒続林思想、戦中の用材生産統制、そして戦後の拡大造林時代から自然保護運動の高まりへと変遷し、つい最近は国産材自給率50%を目指す森林林業再生プランが出来上がりました。

わずか100年の間に林業をめぐる政策は振り子のように大きく揺れ動き、新しい技術が提唱されると、とかく流行現象を生み、効果がそれほどでないとかかってくると、残すべき良い点までも捨て去られてきた林業の歴史を教訓として学ばなければなりません。目先の現象に捉われず、健全で多様な森林の造成こそ、小岩井農場の森林経営の誇りであり、その信念をフォレスト社も引き継ぎ、森林経営のブランド化を目指したいと思います。

【育種トピックス】

山形県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業

山形県森林研究研修センター森林資源利用部 宮下智弘・渡部公一

1 山形県庄内地方のクロマツ林



写真-1 現在の庄内クロマツ林

日本海に面する山形県庄内地方の海岸周辺には広大なクロマツ林が存在しています(写真-1)。このクロマツ林は、地域の先人達が大変な苦勞をかけて植林し育ててき

た人工林です。本報告では、最初に庄内の海岸林に詳しい「庄内海岸のクロマツ林をたたえる会」のホームページ(<http://npo-kuromatsu.jp/>)を参考にしながら海岸林の歴史を紹介したいと思います。

かつて庄内の海岸林のほとんどはクロマツ林でなく広葉樹林であったと言われています。しかし、戦国時代の戦乱や年貢となる塩を得るための薪として、あるいは生活のための木材として、これら広葉樹林は伐採されました。しかし、厳しい環境の中で自然に成立した海岸広葉樹林は、人手が入ったことによってバランスを失い消失していきました。海岸林の消失は、海から非常に強い風が吹く庄内地方にとって深刻な事態を引き起こしました。海岸の細かな砂が風によって、人家や田畑を覆い始めたのです。さらに河口も砂で埋まり始め、河川が氾濫するようになりました。

このような事態を受け、海岸に森林を取り戻そうと様々な樹木を植える取り組みが始まるようになります。しかし、強風、塩分、乾燥という過酷な環境に耐える樹木はそう多くありません。植えては枯れを繰り返す中で、海岸最前線において順調に成育できる樹種としてクロマツが注目されました。1700年ごろにはクロマツ植林が本格化し、地元の豪商等の有力者が私財を投げ打ってクロマツの植林を進めました。

昭和に入り、世界大戦による混乱期になると再びクロマツ林の危機が訪れます。これまで先人達が育んできたクロマツを燃料として伐採し、あるいは食料増産のための開墾により、クロマツ林が荒廃しはじめたのです。この結果として、再び飛砂による深刻な被害が

発生しました(写真-2)。現在からわずか半世紀ほど前の時代であっても、阿倍公房の「砂の女」の世界が庄内に実在したのです。



写真-2 飛砂により砂に埋まった家(上)と、集落到溜まった砂を箱に詰めて海岸に捨てる人々の行列(下)

昭和の混乱期を過ぎ、戦後の復興とともに砂防植林が本格化します。この一大事業によってクロマツは海岸線にそって植林され、現在見ることができるクロマツ林へと成長していきます。冬季にクロマツ林に入るとよくわかるのですが、海岸では強い風が吹きつけていても、クロマツ林内にはほとんど風を感じません。この広大なクロマツ林のおかげで、風を防ぐことができていると実感できます。風を防ぎ、飛砂を防ぐクロマツ林は、庄内の人々にとって生活を支える最も重要な基盤といえます。

しかし、このような海岸地域にとって必要不可欠なクロマツを脅かす新たな要因が近年登場しました。ご存知のとおり、マツノザイセンチュウによるマツ枯れ被害です。

2 マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業

マツノザイセンチュウは国内のアカマツ、クロマツに対して猛威を奮っており、この被害によってマツが完全に消失してしまった地域も全国に少なくありません。山形県にとっては、先人達が大変な苦勞によって築いてきた庄内のクロマツ林をマツノザイセンチュウから守ることが重要課題です。これまで庄内砂丘のクロマツ林は、薬剤防除と徹底した枯損木の伐倒駆除を行ってきたため、他と比べて立派なクロマツ林が残っていますが、全国の被害を見る限り油断できない状況です。このため、山形県ではこれまで通りの徹底したクロマツ林への防除による対策に加え、マツノザイセンチュウに強いクロマツ品種の育成に取り組んでいます。

山形県では東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業に従って、クロマツを対象にマツ枯れ被害地より抵抗性候補木の選抜を行ってきました。このうち、二次検定に合格した抵抗性品種は、「山形（遊佐）クロマツ27号」（写真－3）と「山形（遊佐）クロマツ72号」の2系統となっています。



写真－3 山形（遊佐）クロマツ27号

太平洋側のクロマツと比べ、日本海側のクロマツから抵抗性品種をなかなか見いだせないことがこれまでも色々なところで報告されています。また、山形県では前述のようにマツ枯れ防除をしっかりしているため、海岸線を有する他の地域と比べて激害地が少なく、このことは海岸林の管理としては理想的ですが、育種サイドから見ると抵抗性候補木の

選抜強度が小さい環境と言うこともできます。このため、山形県内からの抵抗性候補木の選抜方法として、マツ枯れ被害地からの選抜に加えて、選抜候補木の実生後代からの選抜にも重点を置いています。すなわち、一次検定で不合格になった系統の子供達の中で、マツノザイセンチュウを接種しても生き残った個体に注目しました。

3 実生家系からの個体選抜

実施要領では、選抜系統が一次検定に不合格となっても、その子供達に二度マツノザイセンチュウを接種して生き残れば、その個体は一次検定に合格できるとされています。山形県ではより強い個体を抵抗性候補木の子供たちから見出すため、二度接種しても生き

残った個体については、三度、四度と連年マツノザイセンチュウを接種しています。また、より強度な選抜を行うため、1回目の接種では「島原」というセンチュウ系統を1万頭接種するのみですが、2回目以降の接種では島原よりも強毒性が認められる「Ka4」というセンチュウ系統を2箇所1万頭ずつ、計2万頭を毎年接種しています。

このような強度なセンチュウの接種を毎年行い、生き残った個体はクローン化するために接木増殖をして、国が実施する二次検定に今後供試していく予定です。その一方で、育種母材として今後も活用できるように、生き残った各個体を山形県鶴岡市内の林木育種園に定植しています（写真－4）。



写真－4 マツノザイセンチュウを2回以上接種して生き残った実生個体を定植

4 一次検定合格木同士の人工交配

林木育種園へ当初定植した個体は、近年ようやく着花が認められるようになりました。マツノザイセンチュウ抵抗性は子供に遺伝する形質であることが様々な研究事例で報告されています。このため、山形県ではこれら定植し着花がみられた個体を活用して人工交配を実施し、さらに遺伝的に優れた個体を見出そうとしています（写真－5）。まだ着花する個体は少なく、その雌花や雄花の量も少ないため、人工交配は現在のところ小規模に行わざるを得ませんが、貴重な個体たちを有効に活用して、クロマツの抵抗性品種を開発していきたいと考えています。



写真－5 人工交配のための袋かけ

【育種トピックス】

マツ類(カラマツ・アカマツ)の着花促進技術の確立に向けた取り組み

東北育種場 育種課 玉城 聡

1 はじめに

近年、集材材としての利用の増大にともない、カラマツの種子の需要が高まっています。需要が急激に高まったため、全国的に採種園からの種子の供給が間に合わない状況であり、種子増産に寄与する着花促進技術の開発が求められています。カラマツの種子の安定供給の課題点として、豊凶の年変動が大きいこと、およびスギなどで高い着花促進効果のある植物ホルモンのジベレリン (GA_3) が効かないことが挙げられます。すでに実用化されている着花促進処理方法として、樹皮を円周方向に剥ぎ取る環状剥皮が各県の採種園で行われており、一定の効果をあげています。しかし、不作年では効果が小さいことや、樹体へのダメージが大きいことから、さらに効果的な着花促進技術の開発が望まれています。こうしたなかで、近年、有望な植物ホルモンとして、 $GA_{4/7}$ という種類のジベレリンが注目されています。 $GA_{4/7}$ については、すでに欧米や国内の先行研究があり、多くの樹種で効果が認められています。ニホンカラマツについては、効果が認められたという報告がある一方で (Bonnet-Masimbert 1982)、環状剥皮ほどの効果は得られなかったという報告もあります (Philipson 1996)。したがって、ニホンカラマツに対する $GA_{4/7}$ の効果の有無は未だに不明な部分が多いと考えられます。

このような背景から、東北育種場では、 $GA_{4/7}$ を用いたカラマツの着花促進試験に平成22年度から24年度にかけて取り組んできました。カラマツに加えて、東北地方で重要な林業樹種であるアカマツについても、試験を行ってきました。ここでは、両樹種を対象に $GA_{4/7}$ を用いて実施した着花促進試験の概要について報告します。

2 着花促進処理の方法

初年度の平成22年度は、最適な着花促進処理の方法を選定するため、葉面散布、ペースト処理、エタノール注入処理の3通りで試験を行いました。その結果、エタノール注入処理した場合に最も着花促進の効果が顕著であったため、平成23年度からはエタノール注入処理に統一して行いました。試験に使う材料として、育種場内に植栽されているカラマツ5年生、アカマツ8年生のつぎ木由来のクローンをを用いました。処理方法の概略は以下のとおりです。

まず、実験室で $GA_{4/7}$ の粉剤を95%エタノールに溶かし、処理に使う $GA_{4/7}$ の溶液を作ります (濃度: 6%)。注入処理の際には、はじめに電動ドリルで直径6mmの穴を開け、そこにピペットで $GA_{4/7}$ の溶液を処理量に応じて注入しました (0.33 ~ 1.00ml、写真-1)。最後に、つぎ木癒合剤で穴を塞ぎました。1個体あたりの $GA_{4/7}$ の処理量は、カラマツについてはすべて60mg、アカマツについては20mg、40mgおよび60mgの3通りで行いました。

着花促進処理に適した時期を調べるため、カラマツについては6月上旬、6月下旬および7月中旬に処理しました。アカマツについては、6月~8月の各月中旬頃に処理しました。



写真-1 カラマツへのジベレリンの注入処理の様子

3 処理個体の着花調査結果

着花促進処理の翌年に、雄花と雌花の着花状況を調査しました。カラマツの結果を図-1に示します。

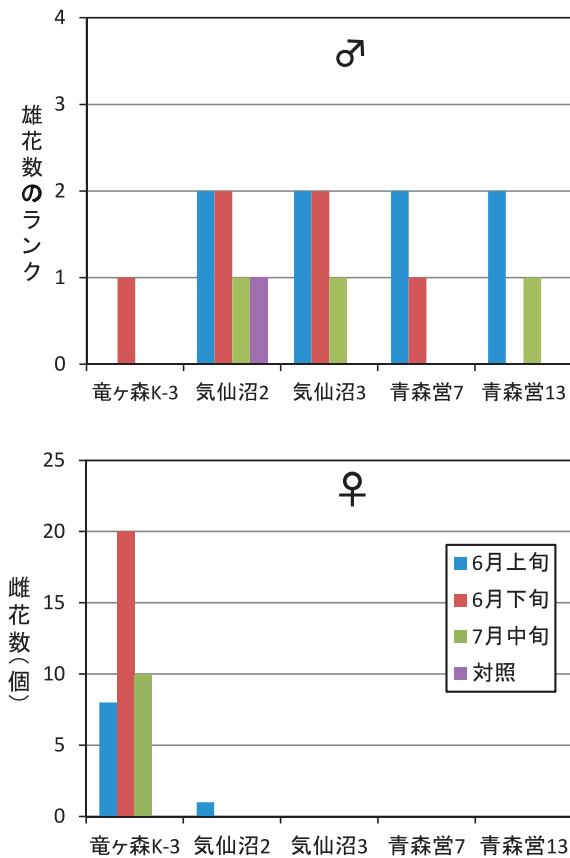


図-1 ジベレリン処理したカラマツの時期ごとの着花状況
(雄花数のランク：0 = なし、1 = 1-50個、2 = 51-500個、3 = 501-1000、4 = >1000)

雄花(♂)については、処理した5クローンすべてで着花量の増加が認められました。3回の処理時期の中で、6月上旬の処理が最も安定して効果が認められました。雌花(♀)については、無処理の対照個体については5クローンとも全く着生しなかったのですが、1クローンのみ処理個体に良好な着花が認められました。他の4クローンでは残念ながら着花促進の効果が認められなかったため、処理方法などの改良が必要と考えられます。

アカマツについては、雄花、雌花ともに着花促進の効果が比較的鮮明に認められました。効果的な処理時期は、雄花は6月、雌花は8月で、無処理の対照個体と比較すると、前者は3倍に、後者は8倍に増加しま

した(写真-2)。GA_{4/7}の処理量の違いは、着花量にほとんど影響が認められませんでした。



写真-2 GA_{4/7}処理の翌春に着花したアカマツの雌花

4 今後の課題

3年間の調査結果から、GA_{4/7}はアカマツの着花促進に有効であることがわかってきました。一方、カラマツへの効果は十分とは言えない状況です。処理方法の改良や使用する植物ホルモンを再検討することが必要と思われます。カラマツの着花促進試験については、東北森林管理局、岩手県および東北育種場の3機関の共同研究が平成25年度から開始されています(写真-3)。これまでに得られた知見や反省点を踏まえて、共同研究の成功に尽力したいと考えています。



写真-3 3機関の共同研究を実施している岩手北部森林管理署管内のカラマツ採種園(岩手県久慈市)

ミ 二 林 木 育 種 事 典

じべれりん 【ジベレリン】

名 樹木の着花促進に有効な植物ホルモン

種が発芽すると根や茎を伸ばし、葉を広げて大きく成長し、やがて花や実をつけ、また種ができます。植物は、自然界の中でこのように生活していますが、この生活に深く関わっているのが植物ホルモンです。植物ホルモンは、植物自身を持っているもので、オーキシンやジベレリン、サイトカイニン、エチレンなどの種類があります。これらを活用して植物の成長調整剤が開発され、私たちはそれらを利用し植物の栽培をしています。今回は、この植物ホルモンの一種である「ジベレリン」についてご紹介をします。

ジベレリンは、稲の病気から発見されました。その病気は、正常な稲の大きさよりも2倍ぐらい異常伸長し、葉色が淡くなり、ほとんど穂ができず枯れてしまう病気で、イネバカナエ病と呼ばれています。この病気は、1898年に堀正太郎が菌の寄生によって起こる病気であることを解明しました。1926年には、この病気が多発していた台湾で研究を続けた黒沢栄一が、バカナエ病菌は苗を異常に伸長させる毒素を作り出していることを発見し、1938年に藪田貞次郎、住木諭介らによってこの毒素が結晶単離され、イネバカナエ病（*Gibberella fujikuroi*）の学名からジベレリン（gibberellin）と命名されました。その後、科学的構造も明らかになり、植物からの抽出物にジベレリンと類似する活性を示す物質が確認され、インゲンマメの未熟種子やミカンの徒長枝などからもジベレリンが見つかり、植物の成長調整に重要な役割をはたしていることがわかりました。研究も進み、現在ジベレリンの数は100種類以上にもなり、様々な植物から発見されています。

ジベレリンの作用は、茎や葉の成長促進、花芽形成の促進、種子の休眠打破、種なしブドウのように受精しなくても果実ができる単為結実などがあります。林木では、主にスギやヒノキ、ヒバの花芽分化促進に用いられ、一般的に6月から8月の間に使われます。処理時期を早くすると雄花の着生が多く、時期が遅くなるにつれ雌花の着生が多くなってきます。処理の方法は、水に溶かして散布機で葉面に噴霧したり、バケツに葉を浸漬したりします。また、樹皮を剥皮して埋め込む方法もあり、葉面散布よりも高い効果が得られます（写真－1）。

樹木は、その年によって種が多く取れたり少なかったり豊凶に差があります。ジベレリンにより、花芽分化を人為的にコントロールできること



写真－1 ジベレリン処理方法
(A: 葉面噴霧、B: 葉面浸漬、C: 剥皮挿入)

によって、種子の豊凶差を少なくすることにつながり、計画的な種子生産を行うことができます。そのため、交配により遺伝的な改良を進めていく上でも重要なツールとなっています。また、全国的な問題となっているスギ花粉症に依るため、花粉の少ないスギや無花粉スギを見つけだす場合にも用いられています。現在、主にスギやヒノキ、ヒバでジベレリンの効果が見られますが、これ以外の樹種でも花芽分化の促進に効果が得られるか研究が行われています。

参考文献

太田保夫（1978）植物ホルモンを生かす 生長調節剤の使い方、農山漁村文化協会、東京
増田芳雄、勝見允行、今関秀雄（1971）植物ホルモン、朝倉書店、東京

（東北育種場 育種技術専門役 千葉 信隆）

東北の林木育種 No.204

発行日 2013年（平成25年）7月20日

発行 林業研究・技術開発推進
東北ブロック会議育種分科会

編集 (独) 森林総合研究所
林木育種センター 東北育種場

〒020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字大崎95

TEL (019)688-4518 FAX (019)694-1715

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/touiku/>

©2009 Printed in Japan 禁無断転載・複写