

東北の林木育種

No.177 2005.1

新年のご挨拶

東北育種場 場長 梅田 敏光

新年おめでとうございます。

日頃、皆様には林木育種の推進にご理解、ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

当育種場は、年末に旧庁舎から新庁舎へ移り、職員一同新たな気持ちで新年を迎え業務を開始しました。これまで林木育種センターの業務実績は、中期計画に対して概ね順調に推移しているとの評価を得ておりますが、本年は、独立行政法人として5年目を迎え、組織・業務全般に係る見直しが行われる年ですので、これまで以上に、関係機関との連携・協力を深め、課題の着実な達成に取り組ましますのでよろしくお願い致します。



新築となった林木育種センター東北育種場

さて、本年2月にロシアの批准により京都議定書が発効し、128カ国が法的に拘束されることになります。この結果、我が国は、2008年から2012年までの5年間、CO₂を中心とする温暖化ガスを1990年に比し6%の削減を条約に基づく国際的な義務として果たす必要がありますが、現状のままでは削減目標の達成が難しい状況にあると言われております。

このような状況下で、森林での吸収量3.9%が大きなウェイトを占めますが、現状程度の整備水準では目標を大

きく下回り、目標達成には森林吸収源対策が不可欠との林政審答申が出されております。そのため財源対策としての環境税の創設が要望されておりますが、林木育種の分野においては、諸特性が優れ地域に適した品種の普及と「CO₂固定能力の高い品種」の開発等を着実に進めることが必要です。

基本区の林木育種の推進については、当场が中核となって推進に努めてまいりますが、特に、基本区の関係機関との連携・協力を重視し、行政、地域社会やユーザーのニーズに応えた新品種等の開発・普及の推進を図りたいと考えております。その際、基本区の育種に求められるもの、東北育種場に求められるものは何か、存在の意義を問いながら、林木育種推進東北地区協議会、同技術部会、林木育種専門部会の効果的な運営に努め、育種場の立場から基本区の林木育種の推進に貢献していきたいと考えています。

2005年は、①マツノザイセンチュウ抵抗性品種等の新品種の開発、②開発品種の増殖と原種の配布、③ミニチュア採種園等の造成・管理、検定林調査等の現地指導と関係機関の要請を踏まえた実践的な講習等の企画・実施、④ヒバ優良樹の選抜等地域との関わりを重視した取組を推進していく考えです。

また、行財政改革進展の中、育種関係予算も例外なく厳しい状況にありますが、国の競争的研究資金が拡充されておりますので、林木育種に係る研究等の予算確保に努めることが重要となっています。

最後に、林木育種事業は、息の長い根気のいる仕事ですが、森林整備のもととなる優良種苗の確保を通じて、新基本政策を根幹でしっかり支えていく重要な分野でありますので、これに応える林木育種事業のさらなる進展を願いつつ皆様のご多幸をお祈り申し上げます。

2005年1月号の紙面

新年のご挨拶.....	1
【林業の現場から】	
かねやま杉の里から林木育種に望むもの.....	2
秋田県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種の新たな取り組み...	4
【育種トピックス】	
株立ちが多いブナ林分の遺伝的な特徴とは？.....	6
Moran's I とSNDの説明.....	8
スギ花粉症を根本から予防する一花粉の少ないスギ品種.....	9

【技術ノート】	
採種園の施業管理について.....	10
【定点観察】	
スギミニチュア採種園の樹形誘導(2).....	11
【報告】	
平成16年度東北林業試験研究機関連絡協議会 林木育種専門部会.....	12
平成16年度林木育種推進東北地区技術部会.....	13
ミニ林木育種事典.....	14
お知らせ.....	14

【林業の現場から】

かねやま杉の里から林木育種に望むもの

山形県金山町森林組合参事 杉井 範之

1 金山町森林組合の活動内容

金山町森林組合は、組合員の森林経営指導、森林造成、金山杉の生産、加工、販売の事業を行っています。山形県内では、唯一、製材・加工工場を有し、住宅部材の受注生産を軸にユーザー・設計・大工との「川上から川下」への架け橋となる横断的な販売に特化しています。町内の匠大工と連携した「金山匠リレー方式」の家づくりなど、産地と消費者とを結ぶ家づくりの支援や、流通経費を最小限にした高品質の家づくりを、木の家づくりネットワーク（平成14年3月木材供給システム優良事例コン

クール林野庁長官賞受賞）の一翼として循環型木造住宅を普及し、森林整備を含めた地球環境の保全に資する展開をしています。

平成16年1月に、金山杉の収穫及び育林を担われている（有）三英クラフト（岸組合長）が管理する山林において、日本国内14番目・山形県内では初のFSC森林認証を取得しました（写真－1～3）。

併せて、当組合においても林産物の適正な取扱者としてCOC認証を取得しました。



写真－1 南沢150年生

写真－2 葉枯らし風景：猪野沢90年生
（有）三英クラフト写真－3 採材風景：猪野沢90年生
（有）三英クラフト

2 杉の里金山町

金山町は山形県の最北、秋田県との県境に位置し、北に鳥海、神室連山をかかえ、裾野を低山がゆるやかに町を囲む盆地形状の高温多湿・多雨・多雪の最も杉に適した地形に有り、その昔、羽州街道の宿場町として栄えた町です。

(1) 金山町と林業

金山町人口：7,239人（平成16年9月末時）
総世帯数：1,838世帯（平成16年9月末時）
金山町総面積：16,179ha
山林面積：12,725ha（町総面積の78.7%）
（民有林5,698ha、町村有林57ha、国有林6,970ha）
森林組合員所有山林面積：4,560ha
（民有林4,511ha、町有林49ha）
森林所有者数：993名
森林組合員数：368名（正358名、準10名）

(2) 金山町の自然環境

海拔高：200m～400m
平均気温：※10.8℃（最上郡内10℃～12℃）
降水量：※1,850mm（山形地方気象台：1,103.5mm）
相対湿度：※81%（山形地方気象台：74%）
日照時間：※1,302時間（山形地方気象台1,558時間）
※印は新庄測候所の計測値

3 樹齢80年生以上のものを「かねやま杉」という

金山杉は、盆地形状の気候風土に最も適した、粘りのある年輪の緻密な材質で、人肌に近い温かみのある赤身をした秋田杉の1品種です（表－1）。

表－1 秋田杉の種類と品種

アキタスギの種類	アジガサワスギ、トウドウスギ、ホンジョウスギ、チョウカイムラスギ、オニコウベスギ、 カネヤマスギ
播種ブレンド	アミハダ、マツハダ、トヨハダ、ハナレハダ、アカハダ、シロハダ

明治32年、国有林野特別経営事業の開始に伴う不用存置林野の払い下げが行われ、一般町民の植林熱を醸成させるとともに、大山林所有者とともに老若男女が腰弁当をさげ年間100ha、10年間で1,000ha、現在の5倍という驚異的な杉の植林をしたことが金山林業の始まりです。

この杉は現在、地域品種「金山杉」という銘柄で広く知られています。また、町内には樹齢250年生の大美ノ輪という杉の美林があります。そして、これらの優良林分を目標に、80年、100年、150年の長期育林（保育）、大径木生産（伐採）という「長伐期大径木100年の夢」を追う、大山林所有者の3世代4世代に渡る山づくりが、現在も森林所有者の範となり、着実に技術が受け継がれています（表－2）。

表－２ 金山町の民有林素材生産量と蓄積量
(平成15年度末)

樹 種	素 材 生 産 (m ³)			蓄 積 量 (m ³)
	主伐材積	間伐	素材生産計	
針葉樹	10,035	1,259	11,294	1,071,009
広葉樹	1,335	0	1,335	298,254
合 計	11,370	1,259	12,629	1,369,263

4 市場の動向と金山杉

市場に流通している製材品は年輪の緻密さに関係なく、単に経済性のみを優先し、30年生から35年生で製品化されているのが現状です。

木は、針葉樹、広葉樹を問わず樹齢40年生から45年生で活性し細胞壁が厚くなり杉の心材部が赤身を増す、まさに、木質化の時です。人の世で言う成人式が木の初期間伐の時期です。

それを待たずして、製品化、使い捨てをしている状況です。大枚を使う家づくりだからこそ、耐久性の持続する杉であって欲しいと切に思っています。

金山林業は、80年から100年という大計での伐採です。年輪の緻密さと温かみを表現する化粧構造材、下地材、造作材など、一本の素材から住宅一棟分の部材を産します。主に、真壁工法で構造材を化粧で表わす方法を採用しています。

5 年輪幅と強度・適材適所

木材の強さを一般的に評価する場合、JISの規格に基づいて、必要な試験の種類及び方法の中で算出基準である杉材の年輪幅は6mm、含水率15%、比重0.33です。

(木材工業ハンドブックより)

樹齢80年生のものでも品種によって幼齢期に成長が早く、老齢期は徐々に成長する品種があります。金山杉の平均年輪幅は、3mm程度ですが長伐期種・中伐期種にあっても元木口の心材部の髓心周りは、10mmを越す年輪幅のものがあります。このような材は、化粧材として見劣りすることなど今後の課題となっています。(表－3)。

(1) 成育状況による金山杉の用途

- ・林木地が平地の場合の円形通直材は、割り物材、造作材、大黒柱の素材とします。
- ・傾斜地の素材については、主に梁材の素材とします。

(2) 汎用材の採材方法

- ・元側：1・2番玉は化粧材及び割り物を採る定寸、不定寸法の素材とします。
- ・梢側：梁・桁などの横架材の定寸、不定寸法の素材とします。
- ・曲り材：梁・二重梁や中引きなどの定寸、不定寸法の素材とします。
- ・曲り伐根材は、3・4尺に採材し腰板、格天井板用とします。

表－３ 針葉樹の構造用製材の日本農林規格と金山杉
(2) 構造用Ⅰ・Ⅱ・乙種の基準内区分の平均年輪幅

区 分	基 準		
	1 級	2 級	3 級
J A S 平均年輪幅	6mm以下であること	8mm以下であること	10mm以下であること
金山杉 平均年輪幅	$(50\text{cm} \div 80\text{年生}) \div 2 \div 3\text{mm}$		



写真－４ 樹齢90年生化粧材用



写真－５ 製材風景：
化粧梁 8m×0.45×0.15



写真－６ 曲がり材の活用

6 今後の林業と林木育種に期待すること

- (1) 育林・保育について、材積管理から用途別管理へ移行することで間伐材の付加価値が増します。
- (2) 年輪が緻密で用途別価値の歩留り向上を図るために、初期や中期以降の成長でも年輪幅の緻密な品種が必要です。
- (3) 地域杉材の強度の数値化を推進することで公共施設の木質化を図ることができます。
- (4) 木材に関わる企業・団体が率先して住宅の木質化に向け解りやすいPRをすることです。

木には、欠点もあります。その欠点と共生することで再生可能な森林・住空間を作り出すことができます。木は植物です。地域による個体差があるにしても、強度的には、大差はないです。

地域別多品種改良に頼ることなく、経験・知識・技術を生かし、地力・林層を判断し、現在の材積管理の林業から用途別管理の林業、すなわち、新植・枝打ち・間伐など、地域林地に相応しい林業体系を構築することが「川上から川下」相互の発展を期するものと考えます。

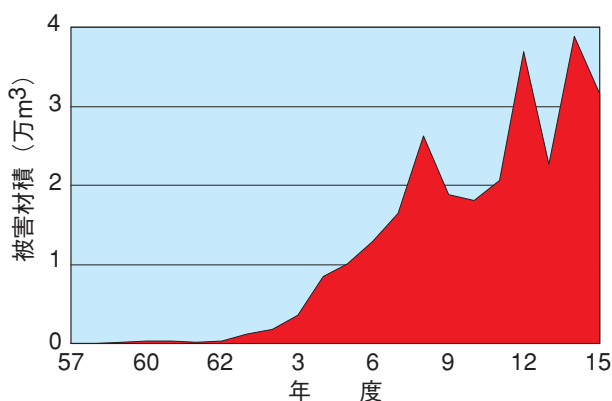
【育種トピックス】

秋田県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種の新たな取り組み

秋田県森林技術センター 資源利用部 佐藤 博文

1 はじめに

秋田県のマツ材線虫病による松枯れ被害は、昭和57年に象潟町小砂川地区の海岸マツ林で最初に確認されて以来、平成元年頃を境に急激に増え続け、平成15年度には、県内のほぼ全域で確認されるとともに、年間3万 m^3 前後の被害材積を記録するに至っています（図－1）。こうしたなか、県では、被害跡地への九州産マツノザイセンチュウ抵抗性マツ苗の試験植栽や、県産抵抗性品種の早期開発を目的とした様々な対策事業を展開しているところですが、ここでは、こうした林木育種関連の最近の取り組みをいくつかとりあげ、その内容と現状、課題等について紹介します。



図－1 秋田県のマツ材線虫病による松枯れ被害の推移

2 新たな取り組みの概要

(1) 九州産抵抗性マツ苗等の試験植栽事業

この事業は、松くい虫防除対策事業として県単独により平成12年度にスタートし、主に西日本側で開発された既存の抵抗性マツが本県の松枯れ被害跡地の復旧に活用できるかどうか調べることを目的として九州産抵抗性マツ苗の試験導入を実施したものです。事業では、15年度までの4年間のうちに象潟町、金浦町、西目町、由利町、岩城町、秋田市、天王町など県南、県央沿岸部の海岸保安林内に計9箇所の試験地を設け、2～3年生の九州産抵抗性アカマツ延べ3,525本、クロマツ延べ1,000本を順次植栽し、現在その後の生育状況を定期的に調査しています（写真－1）。



写真－1 西目町試験地の状況（15年8月6日撮影）

表－1は、平成14年度までに植栽を終えた8試験地について、15年11月時点までの苗木生存率を調査した結果を示したものです。そのおおまかな傾向としては、秋田市を除く全ての試験地において抵抗性アカマツの生存率が植栽後1年目のうちに5割前後まで顕著に落ち込み、その後も徐々に低下してい

表－1 九州産抵抗性マツ苗等の生存率

試験地	樹種	植栽本数 (本)	植栽後の生存率(%)*		
			1年目	2年目	3年目
(12年度植栽)					
西目町A	抵抗性アカマツ	500	52.6	39.8	35.2
天王町A	〃	525	50.1	33.5	24.2
天王町A	精英樹クロマツ	10	90.0	80.0	80.0
(13年度植栽)					
西目町B	抵抗性アカマツ	500	62.8	57.4	—
天王町B	〃	500	54.2	47.0	—
象潟町	〃	800	42.4	34.3	—
由利町	〃	200	40.5	38.0	—
天王町B	精英樹クロマツ	50	84.0	72.0	—
(14年度植栽)					
秋田市	抵抗性アカマツ	500	90.2	—	—
岩城町	抵抗性クロマツ	500	30.2	—	—

* 毎年11月に調査した結果を示す。

るのがわかります。こうした経過については、本県
の環境が供試した抵抗性マツ苗の生育に適さないこ
とや、導入の時期（年生）、施業が適切でないことな
ど様々な理由が考えられますが、毎年同様な傾向が
続いていることから、県産抵抗性品種の早急な開発
が強く望まれるようになってきているのが現状です。

（2）抵抗性マツ苗木の大量増殖

この事業は、平成13年度に終了した東北地方等マ
ツノザイセンチュウ抵抗性育種事業（国庫補助）を
引き継ぐ目的で、同年に県単独予算により新たにス
タートしました。主な事業内容は、従来の激害地林
分からの抵抗性候補木の選抜に加え、その下層に生
育している実生苗への材線虫接種による選抜や、既
存抵抗性品種と精英樹の人工交配により抵抗性候補
木を大量に作出しようとするものです。

この事業では、平成15年度までにアカマツ、クロ
マツ計152系統の現地選抜や交配家系の作出を行っ
ていますが、本県のような比較的日照量の少ない寒
冷地では、夏期の温度不足から病徴が緩慢に進展す
るケースが多いために選抜や検定作業が難航してお
り、まだ合格木が得られていません。

しかし、ごく最近の検定結果からは、九州育種場
において抵抗性が比較的強いとされるクロマツ1家
系（波方ク-73号）の花粉交配家系群で、線虫接種
後にみられる針葉の黄変や枯損が他の接種家系より
若干多くなることがわかりました（写真-2）。これ
より、抵抗性マツの交雑育種、種子生産においては、
その組み合わせに適否の存在が示唆され、将来抵抗
性採種園を造成するうえで留意すべき有用な一つの
知見が得られました。これらの結果は、抵抗性に関
与する遺伝子を知るうえにおいても貴重な情報にな
るものと思われるため、今後もデータの蓄積をはか
っていく考えです。



写真-2 一次検定中の状況（16年9月3日撮影）
（矢印部分は針葉の黄変、枯損が目立った交配家系）

（3）マツノザイセンチュウ抵抗性木の大量選抜に 関する研究

この研究は、前項で取り上げた事業等において従
来から実施されてきた現地での淘汰による選抜や一
次検定作業の過程、すなわち、検定用苗木の作出、
育成、接種検定、さらには枯損状況の観察に至るま
での間、非常に多くの時間や労力、費用を要するこ
となどから、これを効率的に進めるべく、簡便かつ
迅速に抵抗性の評価ができる検定手法の開発を主た
る目的として、平成15年度に県単独予算で新たにス
タートさせました。

研究の内容は、抵抗性マツ特有の形質に由来する
静的な抵抗性と、線虫の侵入により発現すると思わ
れる動的な抵抗性について、それぞれ個体または系
統別に評価し、抵抗性のランク付けを行おうとする
ものです。具体的にいうと、静的な抵抗性について
は、線虫の侵入と樹体内移動、分散の難易を調べる
手法としてマツ切枝を用いた線虫の通過阻害試験に
より、一方、動的な抵抗性については、マツ切枝に
線虫を接種してから一定時間後に抽出成分を分析し、
指標とする既知抗線虫活性成分等の増減により
それぞれの抵抗性を評価するものです。

この研究では、動的な抵抗性を評価するための指
標となる成分を決定することや、評価結果を従来の
接種検定結果と比較検証することなど、まだまだ時
間がかかる作業が山積していますが、最終的に一次
検定を省略できる水準の評価系が確立できれば、抵
抗性木の選抜作業がはるかに加速されるものと期待
しています。

3 おわりに

本県のマツ材線虫病による松枯れ被害は、いま深
刻な状況にあり、白砂青松とも例えられるような風
光明媚な景観が徐々に失われています。被害地域で
は、地域住民やボランティア団体等が一体となって
大切なマツを守ろうと様々な活動を行っています。
これと同時に、抵抗性マツの需要は、益々高まって
きているところですが、本県由来の抵抗性品種は、
アカマツ1例（五城目103号）だけであり、クロマツ
に至っては、未だに一次検定合格木が一本も見つ
かっていません。こうした厳しい現状を充分認識し、
今後とも関係各位のご指導を仰ぎながら、種々の新
たな取り組みによって一刻も早く県産の抵抗性品種
を開発するよう努力したいと思います。

【育種トピックス】

株立ちが多いブナ林分の遺伝的な特徴とは？

東北育種場 育種課 宮下 智弘

1. ブナの株立ち

岩手県北部にある安比高原のブナ二次林は、70年ほど前の伐採後に成林した林分です。この林内を歩いてみると、株立ちしたブナが多く観察できます(写真-1)。ブナは萌芽しにくい樹種のため、ブナ



写真-1 ブナの株立ち

の株立ち、というものをあまり見かけませんが、昔の薪炭林のように伐採履歴のあるブナ林には株立ちのブナが多いようです。この林分内に、東北森林管理局の協力を得て、試験地を設定しています。胸高直径が3 cm以上の幹1本を1個体として考えた時、試験

地内の50m×50mの方形プロットに、ブナは349個体が生育していました。このうち、地上高1 m以内の間で2個体以上が分岐したものを株立ちと定義すると、株立ちを構成している個体は110個体あり、42株が存在していました。これらの株は、みな、萌芽によって生じた株立ちなののでしょうか？そこで、株から出ている幹の遺伝子型をアイソザイム分析によって調べてみると、42株のうち、少なくとも12株は、その株立ちを構成する幹のうちのいずれか1本以上が異なる遺伝子型を示していました。つまり、この12株は、同一個体の集合体ではなく他人の混じった集合体であると考えられます。なぜこのような現象が起きるのでしょうか。一つの可能性として、ノネズミ類による貯食行動が考えられます。ノネズミは自分の摂食量以上に種子を運搬し、土中に保存する事が知られています。これら一箇所に埋められた複数の種子が健全に成長し続ければ、互いに異なる遺伝子型を持つ個体の集合体ができると考えられます



写真-2 同一箇所から芽生えたブナの実生

(写真-2)。しかしこの一方で、実に30株が、同一遺伝子型の幹により構成された株立ちでした。これらを全て栄養繁殖由来の個体であると考えると、萌芽能力が低いと言われているブナですが、条件が揃えば萌芽するという事がわかります。ちなみに、ブナの株立ちの外見で同一個体かそうでないかを言い当てるのはとても難しいようです。写真-3はその極端な例で、両側2本の細い個体(アイソザイム実験の結果、互いにクローンの可能性が極めて高い)に、異なる遺伝子型を持つ大きな個体が上から覆い被さっている株立ちです。なぜこのような株立ちが形成されるのでしょうか。不思議ですね。



写真-3 異個体の集合体による株立ち

左右の個体は同一遺伝子型を示し、中央の大きな個体は異なる遺伝子型を示す。後ろに見える細い個体は枯死していた。

2. 遺伝構造に対する株立ちの影響

萌芽による株立ちは、全く同じ遺伝子を持つクローンの集合体となります。このため、萌芽株の多い林分では遺伝的に似通った個体が集中して分布することが顕著に認められています。遺伝的な空間分布(遺伝構造)が集中する要因は、萌芽株の存在だけでなく、施業履歴の影響によることも最近の研究でわかってきました。特に、伐採履歴のある林分では、遺伝構造の集中分布が顕著に認められることが知られています。本試験地のブナは、伐採履歴を持ち、それによって萌芽株が多数生じた林分です。遺伝構造に集中分布を引き起こす二つの要因を、この林分は保持しているようです。では実際に、本試験地のブナ林は、どのような遺伝構造を持つのでしょうか。

試験地内の全個体のアイソザイムによる遺伝子情報と、各個体の位置情報をもとに、Moran's I と SND という二つの指標によって遺伝構造がどのようなものとなっているかを調べてみました。Moran's I は、対立遺伝子の情報を用いて解析し、SNDは遺伝子型(MLG:Multi Locus Genotype)の情報を用いて解析します。Moran's I と SNDの両指標の解析には、全個体のデータ(以下、「全個体データ」という)を用いた場合と、単幹の個体と萌芽株を構成するそれぞれの個体をひとまとめに1個体として考えたときのデータ(以下、「萌芽幹除去データ」という)を用いた場合の二つのデータセットで解析しました。萌芽幹除去データを用いた時の解析結果と比べ、全個体データを用いた時の解析結果は、萌芽株の各個体(幹)のデータが含まれるために集中分布が強く認められると期待されます。はたして、これらの解析結果はどのようなのでしょうか。

さっそく、Moran's I の解析結果を図-1に示します。この図によると、個体間の距離が短いときの

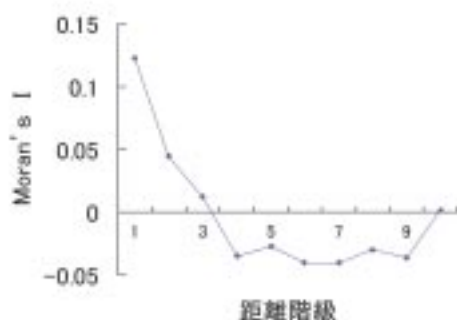


図-1 各距離階級におけるMoran's I の平均値

Moran's I の値は有意な正の値を示し、個体間の距離が遠くなるほどその値は漸減していきます。これは、遺伝的に似通った個体は近距離に多く存在し、逆に、遠い距離間では遺伝的に似通った個体が存在していないと考えられ、これらの事から安比高原のブナ林の遺伝構造は集中分布していると考えられます。Moran's I に関しては、全個体データを用いた場合と萌芽幹除去データを用いた場合のグラフの形状に統計学的な差がみられず、このことから、Moran's I の結果にみられた遺伝構造の集中分布は、萌芽株の影響よりも、むしろ、過去の伐採による影響が強いという事が示唆されます。

一方、SNDの計算結果はどうでしょうか。全個体データを用いた場合のSNDは、解析対象となったMLGの約64%が集中分布を示したのに対し、萌芽幹除去データを用いた場合では、解析対象となったMLGの約33%が集中分布を示しました(表-1)。つまり、SNDでみた遺伝構造では、Moran's Iの場合と異なり、萌芽株の影響によって遺伝構造の集中分布が認められると考えられます。

表-1 各データセットにおける、第一距離階級で有意に正の値を示すSND

データセット	a	b	c
全個体データ	11	7	64%
萌芽幹除去データ	9	3	33%

a : 解析対象としたMLGの数

b : 距離階級1で有意に正の値を示したMLGの数

c : 距離階級1で有意に正の値を示したMLGの割合

以上の結果から、安比高原のブナ林の遺伝構造は、過去の伐採と、萌芽株の影響により集中分布している事が認められました。また、対立遺伝子レベルの遺伝構造と、MLGレベルの遺伝構造は必ずしも一致するものではないという事が示唆されました。

現在の安比高原のブナ林は、自然枯死が非常に速く進んでおり、株立ちを構成する複数の幹が単木化すると考えられます。このような林分の経時的変化と遺伝構造がどのように対応していくか、これから追跡調査していく必要があります。

【用語解説】

Moran's I とSND

東北育種場 育種課 宮下 智弘

本誌6から7ページに紹介しました研究内容のうち、遺伝子の空間分布（遺伝構造）に関しての記述にはいくらか専門的な用語（統計量）が出てきました。本誌6から7ページをいきなり読まれた方は、この唐突に出てきたいくつかの概念に困惑されると思います。ここでは、以下の2つの用語について簡単な説明を補足します。もっと詳しく知りたい方は、わかりやすい教科書に高橋・島谷(2003)がありますので、そちらを参照してください。

1. Moran's I

林内のそれぞれの個体を持つ遺伝子の空間分布パターンを調べたい場合、どのような統計量を計算すればよいのでしょうか？このような時、解析対象を対立遺伝子レベルで考えた場合に良く使われる統計量として、Moran's Iがあります。まず、各個体の位置座標をもとに、任意の2個体の全組み合わせについて、個体間の距離を求めます。個体間の距離が0m～10mの場合には距離階級1と定義し、同様に10m～20mを距離階級2、20m～30mを距離階級3・・・、といったように、個体間距離を適当な階級に分けます。それぞれの距離階級に含まれる全てのペアについて、(1,1)式で表される統計量を計算します。

(1,1)式のうち、 $z_{k,i}$ 、 $z_{k,j}$ は、ある距離階級に含まれる任意の2個体*i*と*j*それぞれについて、ある対立遺伝子*k*を2個持っていれば1、1個持っていれば0.5、持っていなければ0となります。また、 P_k は対立遺伝子*k*の頻度です。この式は、構造的には相関係数と同義で、値は-1～+1を取ります。この値を距離階級毎に計算し、最短の距離階級で有意に正の値を示し、距離階級が離れるに従い漸減する場合、この対立遺伝子*k*は、林内に集中分布していると解釈します。なお、縦軸にMoran's Iのような遺伝構造を示す統計量、横軸に距離階級をとった時に

$$I_k = \frac{\sum_{i,j} (z_{k,i} - P_k)(z_{k,j} - P_k)}{\sum_{i=1}^n (z_{k,i} - P_k)^2 / n} \dots (1,1)$$

得られる折れ線グラフの事をcorrelogramといいます。

2. SND (Standard Normal Deviates)

Moran's Iの他にも、遺伝構造を調べる上で用いられる統計量には色々ありますが、その中の一つにSNDがあります。この統計量は、対立遺伝子(*k*)ではなく、対立遺伝子のペアである遺伝子型（例えば*k/k*）に注目し、その遺伝子型と全く同一なものをlike join、異なるものをunlike joinと定義します。

ある距離階級に含まれる全個体から、任意に2個体をサンプリングした時、それらがlike joinになる期待値 μ は(2,1)式で表されます。(2,1)式のうち、*n*はその距離階級に含まれた全個体数、*na*は解析対象とした遺伝子型を持つ個体数です。また、実際のlike joinの数を*J*、その分散を*Var*とした時、正規化されたlike joinの数(SND)は(2,2)式を取ります。like joinの実測値が期待値より大きいと、SNDはプラスの値になります。SNDの値でcorrelogramを書いたとき、折れ線が有意な正の値から漸減するグラフの場合、Moran's Iと同様の解釈を、つまり、この*k/k*という遺伝子型を持つ個体は集中して分布している、と考えます。なお、本誌で紹介しました研究例は、単一遺伝子座の遺伝子型ではなく、複数の遺伝子座の遺伝子型を組み合わせたもの(MLG)を対象に解析しています。SNDの場合、扱うデータが遺伝子型である事から、より精密な解析ができるとされています。

$$\mu = \frac{na}{n} \frac{C_2}{C_2} = \frac{na(na-1)}{n(n-1)} \dots (2,1)$$

$$SND = \frac{J - \mu}{\sqrt{Var}} \dots (2,2)$$

参考文献：高橋 誠，島谷健一郎（2003）遺伝マーカーを用いた樹木集団内遺伝構造の空間解析手法．統計数理51．37-58

【育種トピックス】

スギ花粉症を根本から予防する ー花粉の少ないスギ品種ー

東北育種場 育種課 宗原 慶恵

スギは優れた特性を数多く持ち、古くからわが国の主要な造林樹種として用いられてきました。しかし、スギ花粉は花粉症を引き起こすアレルギー源とされ、春先に多くの人を悩ませます。スギ花粉を抑制することができれば、辛い花粉症に苦しむ人を減少させることができるのではないのでしょうか。

春に飛散するスギ花粉の量は前年夏の気象条件、とりわけ7月の日照時間や気温、雨量に大きな影響を受けます。一般に7月の気候が猛暑、少雨になると翌年春の花粉が増加し、逆に冷夏、長雨になると減少します。平成16年の春は15年夏の冷夏の影響で全国的に花粉が少なくなりました。一方、平成16年の夏は記録的な猛暑でスギ花芽の成長が良く、平成17年春の花粉飛散量は平年のおよそ2倍になるものと予測されています。寒冷地にあるため、多量の雄花が着生したことのない東北育種場のスギ育種素材保存園においても、今年は多量の雄花がみられます(写真-1)。



写真-1. 大量の雄花をつけたクローン。12月20日、南側から撮影。

スギ精英樹の中には、遺伝的に雄花の着生量が少ない「花粉の少ないスギ」品種があります。夏の猛暑にも関わらず、それらの雄花着生量は普通の品種と比較すると格段に少なく、日光があたらない樹冠面ではまったく着生していませんでした(写真-2)。また、これらの花粉が少ないスギをさし木で増殖したクローンに、6月下旬ジベレリン処理を行い

ました。その結果、雌花は多量に着生したものの、雄花はほとんどみられませんでした(写真-3)。造林樹種としてのスギを否定することなく、スギ花粉症によるストレスを緩和するために、このような花粉の少ないスギ品種を選択的に導入することが今後求められます。

なお、林木育種センターでは花粉の少ないスギに加えて、花粉中のアレルギー含量が少ない品種の開発にも着手しています。



写真-2. 「花粉の少ないスギ」品種の一つである黒石5号。樹冠上部にのみ雄花が着生している。12月20日、南側から撮影。



写真-3. 黒石5号のクローン。ジベレリン処理を行ったが、雌花しか着生しなかった。12月20日撮影。

【技術ノート】

採種園の施業管理について

1 はじめに

緑の山作りに使われているスギやヒノキのふる里というべき採種園には、長年の育種事業により開発された優良母樹からのクローン増殖された苗木(採種木)が植栽され、遺伝的に優れた種子が供給されています。

東北育種基本区内の各県が管理している採種園は、スギを中心に約150haが造成されていますが、近年の造林量の減少に伴い種子生産に活用されている採種園は年々減少しています。

また、各県の林業関連予算についても厳しい状況となっており、採種園の管理にも十分に配分できないのが現状のようです。

一方、採種園の造成には、10年単位の長期間を要する(ミニチュア採種園を除く。)のが一般的で、採種園の廃止を安易に進めることも難しく、結果として、一部には手入れの行き届かなくなった採種園が見受けられます。

2 採種園の管理

造成された採種園の全てを適切に管理することは理想ですが、現状では難しいことです。しかし、適切に管理されない場合、様々な障害が発生します。

採種木が成長し、樹冠が大きくなると、

- 樹冠内部まで陽光が入らず、枝の枯損が進み着果量が減少する。
- 園内の風通しが悪くなり、花粉飛散が制限され、自殖割合が多くなる。(種子品質の低下。)

また、上長成長と下枝の枯れ上がりが進むと着果位置が高くなり、採取効率が悪くなるなどの弊害も発生しますので、採種を休止している採種園でも、樹種にもよりますが、数年に1度は最低限、次の手入れが必要です。

- 主枝の剪定。
- 立ち上がり枝の切断。
- 伸びすぎた枝の切り詰め。

これらの実施により、採種園からの採取を再開する際にも比較的短期間で行うことができます。

特にマツ類では、萌芽枝の発生がしにくいので、一度下枝が枯れあがると樹型の回復は難しくなります。

また、採種を行っている採種園については、これ

らの他に経常の整枝剪定等が必要となります。



アカマツ精英樹採種園東北育種場

なお、採種園の具体的な管理方法については、これまでに次の文献が発表されていますので参考に願います。

- 渡辺 操：採種木の育成管理，東北林木育種場年報No.2，25-41，1971
- 東北林木育種場：実践採種園の管理，1976
- 佐々木文夫：アカマツ採種園における採種木の植栽間隔・樹形と種子生産量，林木の育種特別号，6-8,1978，
- 東北育種場：採種園の設計と施業管理，PP142002
- 林木育種推進東北地区協議会，東北育種場：スギミニチュア採種園技術マニュアル，PP52,2003

適切に管理された採種園においては、作業の安全面及び作業効率においても優れた効果があります。採種木は、樹高を調節して仕立てられ、採種作業が容易に効率よく行うことができます。

また、適切な整枝剪定により単位当たりの種子の採取量が想定でき、着花促進処理についても必要本数のみを実施することができ、経費の節減にもなります。

3 おわりに

東北育種場では、東北育種基本区各県の採種園が適切に管理され、効率よく採取作業が行われるよう、1年に2県程度を目安として現地支援を行っています。

必要な種子が、必要な時期に確保できるよう、また、採種園の施業が効率よく行うことが出来るよう関係県と調整の上、支援を進めたいと考えております。

(東北育種場 遺伝資源管理課 星 光憲，
育種技術専門役 欠畑 信)

定点観察

スギミニチュア採種園の樹形誘導(2)

1 定点観察の概略

ミニチュア採種園は、ニーズに応じて採種木に最新品種を用い、効率的に種子生産を行うことができます。ミニチュア採種園の種子生産で採種木の萌芽枝を確保育成し、種子生産性を高めるという観点から、標準的な成長と枝葉が多い採種木2本を選んで剪定し、観察を行っています。本誌No175(2004年6月発行)において樹形誘導を行った後の萌芽枝の育成経過を紹介します。

(1) 採種園の内容

1999年5月に造成した管理作業の経過観察用ミニチュア採種園。採種園の行間と列間は1.0m。2002年5月に1回目の断幹及び剪定を行っています。

(2) 剪定の手順

2004年5月24日に観察用の2本の採種木を剪定しま

した。剪定は、①1mの高さを目安に切り詰める。②主枝を15~20cmに剪定して樹形の骨格を決める。③萌芽枝を確認しながら10~15cmに切り詰める。④混み合っている枝や重なり枝を除去する。というものです。詳細はNo175をご参照ください。

2 採種木の育成状況

剪定した5月下旬では、双方の採種木の主枝本数を15~20本に剪定したが、萌芽枝の育成によって、それぞれ40本、55本となりました。施肥効果もあり、採種木、萌芽枝とも良好な育成状況を示しています。

(1) 採種木No.1の育成経過(標準的な成長の採種木)



5月24日剪定前



5月24日剪定後



7月15日



9月3日



10月25日



2005年1月5日

(2) 採種木No.2の育成経過(枝葉が多い採種木)



5月24日剪定前



5月24日剪定後



7月15日



9月3日



10月25日



2005年1月5日

(3) 主枝の成長

(2004年12月20日調査)

調査項目	1号採種木				2号採種木			
	主枝本数	平均主枝長	最長主枝長	最短主枝長	主枝本数	平均主枝長	最長主枝長	最短主枝長
計測位置								
80cm以上	18	31.6	50	15	21	26.1	50	17
50~80cm	13	40.9	60	28	15	32.4	52	16
50cm未満	9	39.2	52	25	20	38.5	55	25

注1 主枝は着花可能な枝とした。注2 上記写真の1月5日には50cm、80cmの位置にテープで表示している。

3 剪定後の管理ポイント

(1) 追肥

このミニチュア採種園では、採種木への施肥効果を高めるため、施肥器(写真)を考案して毎年追肥しています。採種木から25cm位離して約15cmの深さの穴を4箇所あけて高度化成肥料(NP K15-15-15)を1本当たり200g追肥しました。地表面に肥料散布した場合では、地表の植生に肥料分が多く吸収される、採種木の根が地表面に張って乾燥の影響を受けやすいことなどがあります。施肥器による施肥では採種木が旺盛な成長を見ることができました。ただし、作業効率は少し悪くなります。



施肥器

(2) 徒長枝の除去

育成中は徒長枝が伸びることから適宜、剪定する必要があります。徒長枝が伸び過ぎると下枝が陽光不足になるのでひ弱になり、枯れ上がる恐れがあります。16年度は2回ほど切り詰めています。

(3) 病獣虫害

今年の観察中にノネズミとコウモリガの食害による枯損が1本づつありました。ノネズミには被害の程度により、積雪前に巣穴ヘリン化亜鉛剤の散布、病虫害には定期的な薬剤散布(マニュアルを参考)が必要です。

(東北育種場 育種技術専門役 欠畑 信)

【報告】

平成16年度 東北林業試験研究機関連絡協議会 林木育種専門部会

平成16年9月9日、10日に東北育種基本区等の各研究機関が出席し、平成16年度東北林業試験研究機関連絡協議会林木育種専門部会が開催されました。室内協議は福島県相馬市（はやしや旅館）、現地検討会は福島県新地町（川上種苗園）で行われました。

概要は以下のとおりです。



室内協議

1. 平成17年度以降研究推進上で取組が必要な研究課題について

昨年度に引き続き岩手県、宮城県、秋田県、山形県から研究課題が提案され、取組み状況、今後の取扱い等が報告されました。現段階ではまだ明確な成果が出ていないことから、今後も各県で取組み、意見交換を行っていき、目処が立った段階で公募型研究への応募を検討することとしました。

提案された課題に関連して東北育種場から「植物のDNA品種識別についての基本的留意事項」(DNA品種識別技術検討会)が説明され、DNAマーカーによる個体識別技術の留意点が説明されました。

2. 最近の研究成果と情報提供

研究成果として福島県、東北育種場、情報提供として青森県、宮城県、秋田県、新潟県、東北育種場から合計7課題が報告され、意見交換を行いました。新潟県からは、昨年度採択された地域競争型研究課題の応募から採択までの経緯等の情報提供がありました。予算が競争型資金にシフトしていることもあり、研究予算を確保していくためにも応募に向けて検討していくことが重要と考えられます。

3. 平成16年度の主要研究課題について

出席各機関から今年度の主要研究課題の概略が説明され、質疑を行いました。

東北育種場で取り組んでいる「次世代品種選抜技術の開発」については、センター本所栗延育種課長から九州育種基本区での関連事例が紹介されました。

4. 現地検討会

2日目の現地検討会は川上種苗園を視察し、種苗園の概要説明、苗畑作業用機械の紹介、苗畑見学を行いました。川上種苗園では、コナラ、クヌギの広葉樹苗木も生産しており、苗木生産現場での意見を聞くことができ、今後育種を進める上での参考となりました。



現地検討会：川上種苗園で

(東北育種場 連絡調整課 小野 雅子)

アカマツ初採穂



平成17年1月5日 東北育種場では、抵抗性採種園造成用として各県に配布予定のザイセンチュウ抵抗性合格木(写真はアカマツ精英樹白石10号)のつぎ木増殖用の穂木採取が行われました。

【報告】

平成16年度 林木育種推進東北地区技術部会

平成16年12月8日、9日に東北育種基本区の各機関が出席し、平成16年度林木育種推進東北地区技術部会が開催されました。会議は新築間もない東北育種場の会議室にて行われました。

概要は以下のとおりです。

1. 東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業について

東北育種場で行われた一次検定及び二次検定の実施結果が報告されました。二次検定合格木は基本区内で合意が得られたため、新品種開発委員会に申請し、正式な合否が決定されます。

マツ類のさし木増殖の共同試験では、取組みから3年目となり、各機関で結果がみられるようになりました。それらの結果を踏まえ、マニュアルを作成することとなりました。

2. 広葉樹優良形質品種の開発について

広葉樹増殖技術に関する取組みがセンター本所、東北育種場、宮城県から報告されました。

また、モデル採種林(園)の造成(案)が提案されました。特に、採種林を造成する際の地域区分については、今後検討していくこととなりました。

3. 情報提供

毎年配布している林木育種CDの内容及び昨年千葉県が実施した抵抗性マツについてのアンケート結果が説明されました。林木育種CDは7枚目となり、データや情報がより活用される内容となっています。

4. 講演会

林木育種センター本所の生方特性評価研究室長より「広葉樹の遺伝資源と育種 分子マーカーを用いた研究は広葉樹育種に役立つか～ケヤキを中心に～」と題して講演をいただきました。本部会でも広葉樹育種に関して議論しているところであり、今後この問題を進めていくに当たり非常に参考になる講演会となりました。



講演会

5. 育種技術に関わる討議

マツノザイセンチュウ抵抗性苗の表示、呼称の統一化を図るために案が提示されました。基本区では暫定採種園から種子が採れ始めており抵抗性苗木の差別化が必要となっています。価格や生存率の表示を含め、案は今後も議論していくこととしました。また、林木育種センターの次期中期計画で開発予定品種の方向性について各機関から意見が出されました。



室内協議

6. その他

東北育種場から各機関に対し採種(穂)園台帳の提出が提案され、了承されました。東北森林管理局の新体制等により技術部会会則の一部を改正するとともに、本部会の次期新役員も決定しました。

7. 個別打ち合わせ

各機関が東北育種場担当者と今後の育種事業について調整を行いました。

(東北育種場 連絡調整課 小野 雅子)

ミニ林木育種事典

採種園【さいしゅえん】 名 種子を毎年、容易に生産することが可能のように管理された、遺伝的に優れたクローンの植栽地

世界で初めて林木の採種園が作られたのは1931年、スコットランドにおいてでした。その後ヨーロッパからカナダ、アメリカ、オーストラリアそして日本へと採種園は広まり、現在では多種多様な採種園が造成されています。病害に強いクローンで構成される抵抗性採種園、採種木を小さく剪定して種子生産するミニチュア採種園等々、良い親から多くの種子を生産するための工夫が考えられています。

理想的な採種園の条件とは何でしょうか？条件のひとつは、採種園内の構成クローンが平等に親として貢献していることです。しかし、雄花をたくさん咲かせる個体もあれば、そうでないものもあります。すると、雄花が少ない個体の遺伝子を受け継ぐ種子は数少なくなることでしょう（図－1）。



図－1．花を多くつける個体ほど、その個体の遺伝子を持つ種子が多くなる。

種子を多くつけるクローンとそうでないクローンでも、同じことが予想されます。

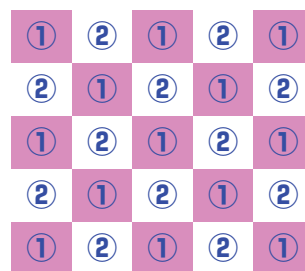
お知らせ

今後の林木育種関係の行事予定

林木育種に関する講習 於 東北育種場
材質育種：2005年2月2～3日
交雑育種：2005年2月2～3日
新品種開発委員会 於 林木育種センター
2005年2月25日
東北育種場新庁舎完成披露式 於 東北育種場
2005年3月9日

これまででは、隣り合うクローンの組み合わせが平等になるような配置法を工夫して、採種園を設計していました。しかし、配置の工夫だけでは、着花量の多少などから生じる親としての貢献度の違いを解決できません。

新しい採種園として、2（または3）クローンで構成されるバイクローナル（トリクローナル）採種園が考えられます（図－2）。着花量が同程度で、交配した子供の成長量が優れている2（または3）クローンを用いれば、期待する交配組み合わせの種子を効率的に生産できます。通常の採種園でこれを造成するには問題がありますが、ミニチュア採種園方式なら容易に実現できます。特定の交配組み合わせで良好な子供が生まれることが明らかになった今、短期間で優良な品種のタネを供給する新しい採種園に、大きな可能性が期待されています。



図－2．バイクローナル採種園の模式図

（東北育種場 育種課 宗原 慶恵）

東北の林木育種 No177

発行 2005年(平成17年)1月31日

編集 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://touiku.job.affrc.go.jp/>

©2004Printed in Japan 禁無断転載・複写