



林木育種

No.197 2011.10



青森県におけるスギとクロマツの林木育種

青森県産業技術センター林業研究所長 若杉 隆明

この度の東日本大震災で被害を受けられた皆様に、心からお見舞いを申し上げるとともに、被災地の一日も早い復興を心からお祈り申し上げます。

本県の林木育種は、戦後の拡大造林の推進に対応した優良種苗の供給を図るため、昭和32年から木材生産力の増大と形質向上を目指して精英樹選抜育種事業に組織的に取り組んだのが始まりです。その成果としてスギ46個体、アカマツ19個体、クロマツ4個体を選抜し、これに青森営林局（当時）及び他県で選抜された精英樹を加えて採種園を造成・維持管理し、昭和48年以降育種子の生産・配布が本格化しました。

さらに、平成元年から現在造成されているスギ採種園の形式としては主流になりつつあるミニチュア採種園の実証的な調査研究を開始し、現在配布しているスギの種子はすべて（昨年度配布実績42kg）ミニチュア採種園産となっています。

その他、ヒバ精英樹の追加選抜調査、スギの気象害（寒害）抵抗性育種、スギ耐陰性育種、スギ花粉症対策品種の育成など、造林者の多様なニーズに応えられるよう様々な事業に取り組んで参りました。青森と言えばヒバですが、今回はスギとクロマツの育種について紹介したいと思います。

スギは、これまでの林木育種事業で選抜された個体を育種素材とし、育種目標が「成長」、「成長＋寒害抵抗性」、「耐陰性」の3種類のミニチュア採種園を造成しています。現行では「成長」採種園のみからの種子の生産・配布を行っていますが、要望に応じて他の採種園からの種子生産も対応できるようになっています。また、花粉症対策用種苗の配布を準備しており、少花粉スギは平成26年、無花粉スギは29年から種子生産を目指しています。さらに、現在ある「成長」採種園の更新が近づいていることから、採種園の構成クローン数を限定し、育種目標に特化した採種園の造成を検討しています。具体的には「材質」に特化した採種園を精英樹特性表からシミュレーションした結果、現在配布している種子からの苗木と成長は変わらず、材質（ヤング率、心材含水率、容積密度）が向上することが分かりました。

また、「成長」に関しては東北育種場が進めている低コスト林業用品種（エリートツリー）の開発事業に参加させて頂き、成長や材質等の特性を踏まえ、県内への普及を検討したいと考えています。



「成長」スギミニチュア採種園

クロマツは、精英樹採種園から種子の生産・配布を継続しています。さらに平成13年からマツ材線虫病対策とし、県産精英樹と他県産抵抗性マツの交雑育種に取り組み、本県の海岸植栽に適し抵抗性も有望視される交配家系を見つけており、平成27年から試験的に苗木を供給する計画です。しかし、残念なことにこの原稿を執筆している最中、秋田県境の深浦町で県内2例目の松くい虫被害が確認されました。平成22年1月に発生した1例目は、持ち込みによるものと推察され1本のみの被害木で封じ込めに成功したものの、今回の被害地は、マツノマダラカミキリが毎年のように捕獲されている地域であることから、当研究所としては被害対策に貢献できる育種事業の推進を考えています。

最後になりますが、東北育種基本区は震災復興、低コスト林業、松くい虫対策など各機関が協力して取り組んでいく必要がある課題が山積していますので、東北育種場はじめ関係機関のより一層の連携強化をお願いします。

2011年10月号の紙面

青森県におけるスギとクロマツの林木育種……………	1
【林業の現場から】	
苗木生産の立場から林木育種に望むこと……………	2
【育種トピックス】	
クロマツさし木苗木の得苗率と海岸砂丘における生育…………	4
独法森林総合研究所第3期中期計画の概要……………	6
東北育種基本区東部育種区スギ次代検定林の雪害状況…………	8

【インタビュー】	
優良山林種苗生産者に聞く……………	10
【報告】	
平成23年度育種分野打合せ会……………	12
平成23年度林木育種推進東北地区協議会……………	13
ミニ林木育種事典……………	14

【林業の現場から】

苗木生産の立場から林木育種に望むこと

山形県山林種苗協同組合理事長 橋本 健一

1 はじめに

私の家は山形県北部に位置する真室川町で代々スギ苗を中心とした山林種苗生産を行っておりまして、私で4代目になります。私はこの仕事を16歳の頃から始めて、もうすぐ50年になろうとしております。山形県に限らず、近年の造林事業の極端な減少によって苗木づくりで生計を立てていくことは大変で、廃業に追い込まれる同業の仲間達をみて心を痛めております。昭和40年代の公社造林が最盛期の時代は、県内でも35名ぐらいの生産者が居たのですが、現在は8名に減り、そのほとんどは後継者がいない状態です。このような厳しい状況の下、林木の育種について日頃考えていることを述べてみたいと思います。

2 新しい品種への期待

昭和58年から山形県では育種種子が全量供給されることになりましたが、それ以前は近くの良い林を母樹林に指定してもらい、自ら採種をして生産していました。危険で手間のかかる大変な作業の割には、発芽がなかなか揃わず、形が良くない稚苗もありましたので、均質で発芽率が高い育種種子のありがたみを実感したものです。その後、苗木の需要は徐々に少なくなりましたが、育種は着実に進められ、量から質への時代へと変わっていきました。



写真-1 少花粉スギの人工交配（鶴岡市）

これからの造林を考える上で、スギ花粉症の問題は避けて通れないものだと思います。今年の春に限っては震災の陰に隠れて花粉症の話はあまり話題にならなかったようですが、花粉症がスギ離れの一つの要因となっているのは間違いないのではないかと思います。今は公的造林が大部分を占めておりますので、世間からの注目が高い少花粉品種は確実な需要があるものと信じております。山形県においても僅かですが、少花粉の種子が生産されるようになり、来年から少花粉苗として出荷ができる予定です。



写真-2 育成中のスギの圃場

今後も安定的に種子を供給していただけるように望みます。

また、来年度からはミニチュア採種園による雪害抵抗性品種という雪に強い品種の種子が採れると聞いております。雪が多い試験地での結果を見ると、今までの苗木に比べて個体材積は40%増、根元曲がりは30%減少したという大変に素晴らしい成績だそうですので大いに期待したいところです。

さらに今後はもっと成長の良い「エリートツリー」と言われる品種の選抜も林木育種センター東北育種場で始めているそうです。今までのスギよりも格段に成長が良くて下刈りも短い期間で済む品種だということです。先が楽しみです。やはり木の成長が良くないと山に行く気もあまり起こりませんし、昔は緻密な材でなければダメだと言われておりまし

たが、今は合板や集成材など様々な木の使い方もありますので、このような色々な品種があって、その苗木を造林する人が選べるようになることによって現在の状況が良い方向に向かっていって欲しいと思います。

3 コンテナ育苗への取り組み

現在、マルチキャビティコンテナの技術改良が私たち生産者の大きなテーマになっております。私も研修会に参加して苗木栽培を試験的に行っておりますが、個人的には非常に期待が持てる技術ではないかと感じております。生産者にとって、①広い土地がいらないこと、②機械にかかる費用がいらないこと、③重労働から解放され、高齢化にも対応できることなど大きな利点があります。その反面、きめ細やかな管理が必要で初期投資に費用がかかるという点がありますが、コンテナ苗木の良さが認められ、お客さんに買ってもらえるようになれば、これから増やしていきたいと考えています。ただ、現在のコンテナ育苗は雪の少ない地域での技術であって、2mを超える雪が降るこの地域では克服しなければならない別の問題もあります。まず冬季には嚴重な雪囲いが必要ですし、雪融けが遅いため、どうしても育成期間が短くなり成長が遅れます。こちらでようやく雪が融けた頃には、太平洋側の苗木がもう10センチにもなっているのを見ると、雪が降らない地域を羨ましく思うこともあります。雪国なりの工夫と技術を試行錯誤しながら、腰を据えて取り組んでいきたいと思いますので、皆さんのご指導をよろしくお願いします。



写真-3 マルチキャビティコンテナによる育苗（筆者）

4 林木育種はもっとPRを

現在の苗畑経営は本当に大変です。造林は請負方式がほとんどですので、植栽木の成長の大小や、形質のそろわない苗木が混じっていると次に買ってもらえなくなるということを危惧しています。現状では苗畑の規模を縮小せざるを得ないので、余計に苗木を作れないのですが、今まで以上に選苗を厳しくして出荷しなくてはなりません。今まで培った技術と社会貢献を行ってきたという自負があるために我々生産者は頑張っているのですが、このままではこの技術を引き継ぐ人がいなくなるのではないかと、目下の心配です。このためにも森林・林業再生プランを是非とも実現させ、一定の規模の造林が安定的に毎年行われるようにしてもらいたいと思います。

また、せっかく新しい品種やコンテナ苗などの取り組みを行っているわけですので、その宣伝と普及にもっと力をいれてもらいたいと思っております。現在の木材価格では、コンテナ苗など高い苗木を買ってもらうのは容易なことではなく、逆に伐採しても採算が合わない造林はやらないという人がいるでしょうし、特に若くて山にあまり愛着をもっていない世代はそうだと思います。私も試しに植えてもらえるように無償で苗木の提供を申し出たりしておりますが、まだまだ宣伝が足りないと感じています。

5 おわりに

最後になりますが、東日本大震災の被害の報道を見るにつけて、我々も苗木の育成を通して支援できないかと考えております。残念ながら山形県では抵抗性クロマツの種子の生産がまだ出来ないということです。復興にはやるべきことがたくさんあり、息の長い支援が必要だと思っておりますので、関係者の皆様には努力を続けていただき、できるだけ早い時期での種子の供給をお願いします。被災地の一日も早い復興を願ってやみません。

【育種トピックス】

クロマツさし木苗木の得苗率と海岸砂丘における生育

1 はじめに

現在、東北地方の各機関ではマツノザイセンチュウに対して抵抗性が高いクロマツ苗木を安定的かつ早期に供給するため、抵抗性マツのさし木増殖が試みられています。抵抗性マツの増殖技術の開発は東日本大震災の津波によって被災した海岸林の復旧に不可欠であり、東北育種基本区においても次期の推進計画の中心となりうる重要な課題と言えます。

これまでマツ類は発根が困難な樹種と言われてきましたが、さし木方法の改良によって発根率が高まり、条件が整えば十分な発根が得られるようになってきました。しかし、発根後の得苗率や林地での活着と成長までを追跡したデータは少なく、クロマツのさし木苗が本当に実用に耐えることができるのか、十分な検証がされていません。

そこで、発根した穂木を2年半養苗した苗木の得苗率とその苗木を海岸砂丘地に植栽してから3成長期経過した4年目の成長について調査を行ったので、報告します。

2 発根率と得苗率

さし木は、クロマツ精英樹自然交配家系の3年生苗木を台木として、2004年3月に行いました。2.0～4.9mmの太さの穂木を5cmの長さに切り揃え、IBA薬剤で発根促進処理後、ミストハウス内でパーライト床にさしつけました。秋季における発根率の平均は69.0%でしたが、発根促進剤の濃度によっては最大で82.2%と高い割合で発根し、またそれぞれの処理間では発根量と発根形態に大きな違いがありました（写真－1）。

発根した穂木を2004年秋から2007年春までビニールポットで育苗しました。その間の生存率は2年目で74.1%、3年目で69.1%でした。また、極端な幹曲りや横方向への伸びが優勢な形態不良苗木が19.1%あったため、最終的な得苗率は50%でした。穂木の段階における発根が5本以下の個体とそれ以上の個体では生



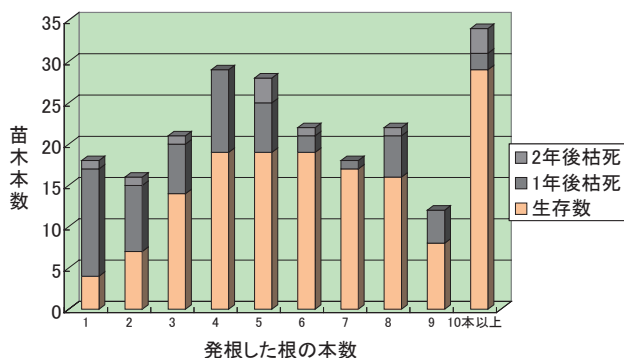
IBA 100mg/L 穂木径：細い IBA 1000mg/L 穂木径：太い

写真－1 さし木処理間の発根量の違い

山形県森林研究研修センター 渡部 公一

存率に差が認められました ($p<0.01$, 図－1)。また、発根形態が鳥足状であったものは、枯損率が40%と高くなりました。これらの結果から、高い得苗率を得るためには、穂木の段階における根の量と根張りの形態が重要であることが分かります。

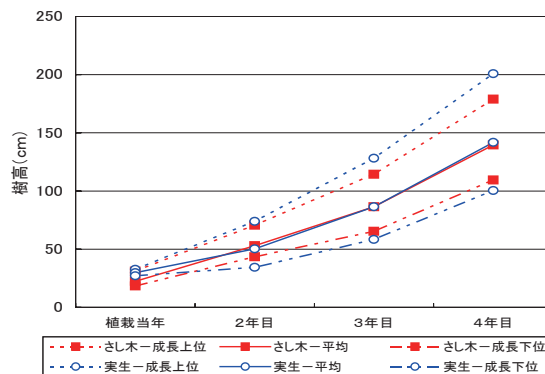
成長に関しては個体間差が大きく、3年生時点において「山林用主要苗木の標準規格」の5号以上に相当する大きさ以上（長20cm, 根元径5.5mm）に成長したのは、全本数の30.5%に過ぎませんでした。しかし、これは床替えや肥培等の管理を徹底することによって克服できるものと考えられます。



図－1 発根した根の本数と育苗中の枯死数

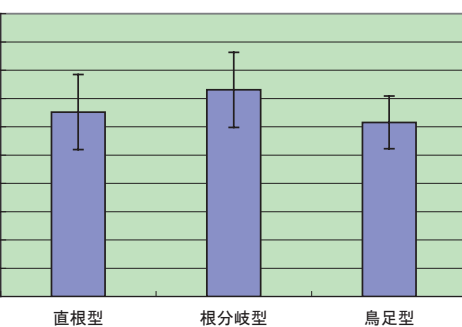
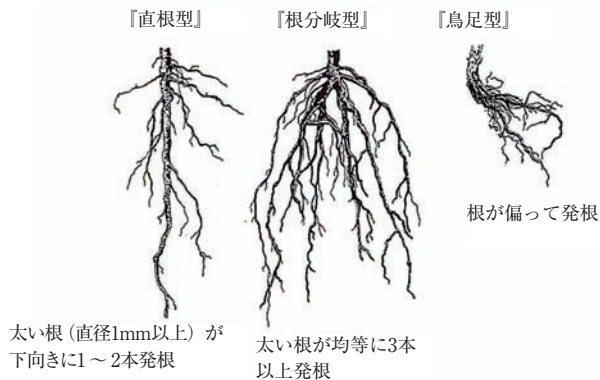
3 海岸砂丘への植栽試験

2007年春に比較的成長の良かった60本の苗木を、海岸から約1km内陸の試験地に植栽しました。試験地は最も強い季節風が当たる天然砂丘の西側頂部にありますが、3成長期経過後のさし木苗の生存率は91.7%と高く、活着に関して問題はありませんでした。生存苗木のうち、倒伏または強く斜立し成長が極端に悪い



図－2 さし木苗と実生苗の成長比較

個体が約15%ありましたが、これは、ビニールポットで育苗したために起こった根巻き（ルーピング）による根系不良が原因でした。これらを除いた個体の樹高平均は $139.6 \pm 7.8\text{cm}$ 、根元径は $43.2 \pm 2.7\text{mm}$ で、対照の実生苗の $141.8 \pm 12.5\text{cm}$ 、 $43.9 \pm 4.2\text{mm}$ と比較してほとんど差がありませんでした（図－2）。



図－3 発根形態と植栽4年目の樹高

次に、さし穂の段階における根の形態とその後の苗木の成長を比較するため、発根形態を『直根型』：太い根（直径1mm以上）が1～2本発根、『根分岐型』：太い根が3本以上発根、『鳥足型』：根が偏って発根、の3つに分けてそれぞれの樹高平均をとってみました。順に、130.4, 146.1, 123.1cmで、多くの太い根が四方に張った『根分岐型』の成長が良く、有意な差がありました（ $p < 0.05$, 図－3）。このことから穂木の段階における発根形態が植栽後の苗木成長にも影響していることが示唆されました。

4 おわりに

以上のことから、海岸砂丘地におけるクロマツさし木苗の活着及び成長は実生苗と同等であり、さし木増殖は十分に実用できる有効な方法であると判断されました。また、さし穂段階での発根の充実度が得苗率と植栽後の苗木の成長に長期間にわたって影響を与えることが分かりました。さし木苗の根系を確認してみると、発根基部が大きく膨らみ、何本もの太い支持根が確認され、実生苗と同等以上の根系の発達が見られました（写真－4）。

今後の課題としては、充実した根が確実に発根するさし木技術の改良が挙げられます。また、健全な根系を育成するための育苗方法を検討して発根率と得苗率を向上させることが重要であると思われます。さらに簡便で新しい技術を開発することによって、津波による被災海岸林の復旧の一助になるのではないかと考えているところです。



写真－2, 3 植栽時(上)と4年目(下)の状況
さし木苗と実生苗を交互に植栽している



写真－4 成長良好なさし木苗の根系

【育種トピックス】

独立行政法人森林総合研究所第3期中期計画の概要 ー林木育種分野を中心にしてー

東北育種場 育種課 板鼻 直榮

1 はじめに

国の機関の独立行政法人化により、森林総合研究所及び林木育種センターは平成13年度にそれぞれ独立行政法人森林総合研究所、独立行政法人林木育種センターとなりました。その後、平成19年度に森林総合研究所と林木育種センターが統合し、新たな独立行政法人森林総合研究所となり、更に、平成20年度には緑資源機構（森林農地整備センター）が統合しました。

2 中期目標、中期計画及び年度計画

独立行政法人が3年以上5年以下の期間において達成すべき業務運営に関する目標（以下「中期目標」という。）を主務大臣が定め、各独立行政法人に指示します。各独立行政法人は、中期目標に基づいて、中期目標を達成するための計画（以下「中期計画」という。）を作成し、主務大臣の認可を受けます。また、独立行政法人は、毎事業年度の開始前に中期計画に基づき、その事業年度の業務運営に関する計画（以下「年度計画」という。）を定め、主務大臣に届けます。これらの目標及び計画はすべて公表され、変更するときには作成時と同様に指示、認可、届出、公表が行われます。森林総合研究所の中期目標期間は5年ですので、中期計画の計画期間も5年です。現行の平成23年度～27年度までの中期計画は第3期の計画になります。

中期計画には、業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置、国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置、施設及び設備に関する計画、予算等の事項を定めることとされています。

3 研究開発の推進

第3期中期計画では、「国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置」のひとつの項目である「研究開発の推進」に森林総合研究所で行う研究、技術開発、品種開発等について記されています。表-1に、第3期中期計画における研究開発分野の課題を示します。

第2期中期計画では、計画期間の途中で森林総合研究所と林木育種センターが統合となったことから、統合以前の森林総合研究所の中期計画に林木育種センターの中期計画を加える形で変更が行われ、研究開発については、大きく「研究の推進」と「林木育種事業の推進」の区分されていました。第3期中期計画では、基礎研究のみの項目を取りやめ、林業政策上の優先課題を踏まえた重点化を行うとともに、研究と林木育種のさらなる一体的な実施を図っています。

第3期中期計画では、『「森林・林業再生プラン1）」や「公共建築物等木材利用促進法2）」など森林・林業政策上の優先事項を踏まえ、多様な社会ニーズに対応した研究開発を推進するため、「森林・林業の再生に向けた森林管理技術・作業体系と林業経営システムの開発」及び「林業の再生に対応した木材及び木質資源の利用促進技術の開発」に関する研究を行うとともに、地球温暖化対策や森林の有する多面的機能の発揮等については「地球温暖化の防止、水源の涵養、国土の保全、生物多様性の保全等の森林の機能発揮に向けた研究」及び「林の新品種の開発と森林の生物機能の高度利用に向けた研究」を行う。』とし、『これらの研究を効率的、効果的に遂行するために、「地域に対応した多様な森林管理技術の開発」をはじめ、以下のAからIまでに掲げる9課題を重点的に進める。』としています。

また、『研究開発を支える基盤的な知識集積が必要であることから、研究基盤となる情報の収集と整備を推進するとともに、林木育種を積極的に推進するなどの観点から林木等の遺伝資源の収集、保存及び配布並びに種苗等の生産及び配布を行う。』としています。

4 林木育種に関する研究開発

表-1の項目のうち、青文字で示した「H 高速育種等による林木の新品種の開発」、「I 森林遺伝資源を活用した生物機能の解明と利用技術の開発」の一部及び「(6) 林木等の遺伝資源の収集、保存及び配布並びに種苗等の生産及び配布」の一部が林木育種に関するものです。

「H 高速育種等による林木の新品種の開発」の課題では、「林木の優良種苗の早期確保に向けて、林業の再生と国土・環境保全に資する250品種の開発する。また、長期間を要する林木育種の高速化を図るとともに、多様なニーズに対応するための育種技術を開発する。」としています。この課題では、材質の優れたスギ品種等の新品種を開発、エリートツリーの開発を推進するための候補木の選抜、人工交配、林木育種の高速化を図るためのDNAマーカー開発、林木育種の高速化に関する技術情報の収集と体系化、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の適切な活用に向けて、抵抗性品種後代林分の抵抗性評価のため父親鑑定等を行います。

「I 森林遺伝資源を活用した生物機能の解明と利用技術の開発」では、「林木遺伝資源の収集、保存・評価技術の開発及びバイオテクノロジーの育種への利用技術の開発を行う」とし、林木遺伝資源の収集・保存及び管理やジーンバンク推進のための技術開発、雄性

不稔候補遺伝子を導入した組換えスギの作出，特殊な機能を有する組織培養による再生条件の解明等を行います。他に，日本産樹木種のDNAバーコード領域の塩基配列情報を集積，きのこ栽培に有用なLED照明法を開発等もこの課題に含まれています。

「(6) 林木等の遺伝資源の収集，保存及び配布並びに種苗等の生産及び配布」では，林木遺伝資源の概ね6,000点の探索・収集，林木遺伝資源の適切な保存，特性評価及び配布，都道府県等が要望する新品種等の種苗を要望期間内に全件数の90%以上配布することを目標とした計画的な生産と配布が計画されています。他に，きのこ類等遺伝資源の概ね100点の探索・収集，木材等の標本の生産及び配布等もこの課題に含まれています。

5 東北育種場における取組

上記の林木育種に関する研究開発を着実に実施するため，東北育種場では，次の取組を進めます。

(1) 新品種の開発

エリートツリーを開発するため，育種集団林等から成長，材質の優れたスギの候補木等450本を選抜（写真－1），採穂します。これらの候補木を増殖，保存するとともに，増殖性，初期成長等の評価，第三世代の精英樹の選抜に向けた先行的な人工交配を行います。



写真－1 育種集団林からエリートツリーの選抜

(2) マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発

特にクロマツの品種開発に重点をおいて取り組みます。また，抵抗性品種の普及に向けて寒冷地に適したさし木技術の開発を進めるとともに，今般の東日本大地震による津波被害を受けた海岸松林の再生に抵抗性マツの利用面から取り組みます。さらに，抵抗性を併せ持つアカマツ品種を開発するため候補木60本を選抜，採穂します。

(3) 育種の高速化に資する技術の開発

エリートツリーの開発を促進するため，早期検定技術や着花促進技術の開発を進めるとともに，開発品種の早期普及を図るためキャビティコンテナを用いて育苗期間の短縮を目指します。

(4) 林木遺伝資源の収集，保存及び種苗の配布等

貴重な遺伝資源や品種開発のために遺伝資源を収集，保存します。特に，近年松くい虫やナラ枯れの被害が拡大していることから，マツ類やナラ類の収集，保存に取り組みます。また，ブナの林木遺伝資源の利用を図るため，育種素材保存園等における着花調査や種子の保存技術の改良を進めます。さらに，採種園造成に向けて，開発品種を計画的に生産，配布するとともに採種園造成の支援や品種特性情報の提供を行います。

6 おわりに

中期計画の計画内容を着実に進めていくためには，東北育種基本区の各県，森林管理局をはじめとする格機関との情報交換や連携が重要と考えていますので，関係機関のご協力をお願いします。

なお，独立行政法人森林総合研究所の中期計画は，中期目標，年度計画とともにホームページ上に公表されています。詳細については，次のURLをご覧ください。
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/koukaijouhou/gyoumu/index.html>

- 1) 森林・林業再生プラン～コンクリート社会から木の社会へ～（平成21年12月農林水産省決定）
- 2) 公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律（平成22年法律第36号）

表－1 第3期中期計画における研究開発分野の課題（林木育種関連の項目は青文字）

(1) 森林・林業の再生に向けた森林管理技術・作業体系と林業経営システムの開発 A 地域に対応した多様な森林管理技術の開発 B 国産材の安定供給のための新たな素材生産技術及び林業経営システムの開発 (2) 林業の再生に対応した木材及び木質資源の利用促進技術の開発 C 木材の需要拡大に向けた利用促進に係る技術の開発 D 新規需要の獲得に向けた木質バイオマスの総合利用技術の開発 (3) 地球温暖化の防止、水源の涵養、国土の保全、生物多様性の保全等の森林の機能発に向けた研究 E 森林への温暖化影響評価の高度化と適応及び緩和技術の開発 F 気候変動に対応した水資源保全と山地災害防止技術の開発 G 森林の生物多様性の保全と評価・管理・利用技術の開発 (4) 林木の新品種の開発と森林の生物機能の高度利用に向けた研究 H 高速育種等による林木の新品種の開発	I 森林遺伝資源を活用した生物機能の解明と利用技術の開発 ・林木遺伝資源の収集、保存・評価技術の開発 ・ゲノム情報を活用した森林植物の遺伝的多様性の解明と保全・評価技術の開発 ・樹木及びきのこ等微生物の生物機能の解明と利用技術の開発 ・バイオテクノロジーの育種への利用技術の開発 (5) 研究基盤となる情報の収集・整備・活用の推進 (6) 林木等の遺伝資源の収集、保存及び配布並びに種苗等の生産及び配布 ・林木遺伝資源の収集、保存及び配布 ・きのこ類等の遺伝資源の収集、保存及び配布 ・種苗等の生産及び配布
--	---

【育種トピックス】

東北育種基本区東部育種区スギ次代検定林の雪害状況

東北育種場 育種課 古本 良

1 はじめに

造林木は根元が曲がっていると、利用できる木材の歩留まりが下がり、収益性が損なわれてしまいます。根元曲がりには主に雪の圧力によって発生し、多雪地帯の林業では大きな問題です。東北育種場では森林管理局や各県と連携・協力して、雪による根元曲がりの小さい品種（雪害抵抗性品種）の開発を進めています。これはおもに東北育種基本区では西部育種区で取り組まれている課題ですが、東部育種でも青森県津軽地方や奥羽山系沿いの多雪地帯ではスギ造林地の根元曲がりの被害は無視することのできない問題です（写真－1）。



写真－1 東青局50号20年次（青森県七戸町内国有林）

西部育種区の雪害抵抗性検定林では、根元曲がりを植栽位置からの垂線と胸高部の植栽木との距離（傾幹幅）を1cm括約で調査することによって、雪害抵抗性品種の開発を行っています。

一方、東部育種区では地域差検定林や一般次代検定林の一部において、根元曲がりを表－1のような指数評価で調査しています。

表－1 根元曲がりの指数による評価

評価値	傾幹幅
5	50cm以下
3	51～100cm
1	101cm以上

指数評価方法は、東部育種区の奥羽山系の積雪地帯の造林地において現地調査した結果から区分しました。スギ造林地では傾幹幅が50cm以下の場合は、伐採する際に伐採高をほとんど上げないで伐採できること、また、傾幹幅が51～100cmでは伐採高を調整すれば用材として活用できること、傾幹幅101cm以上の個体は用材として不向きなものが多いことからこの区分方法で評価しています。

今回はこの指数評価値を用いて取りまとめた結果を紹介します。

2 使用したデータの解析と結果

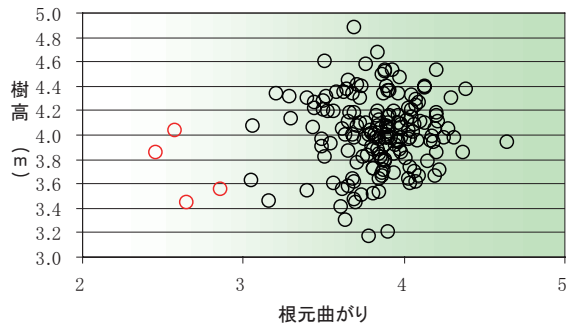
根元曲がり被害の解析に用いたデータは、東部育種区の11カ所の検定林における、スギの10年次成長調査データです。これらのデータを用いて169の精英樹における評価値及び調査形質の最小二乗推定値を算出しました。

樹高、胸高直径と根元曲がり評価値の関係を図－1、2に示します。東部育種区の雪害の結果では成長が良ければ、根元曲がりをしないとは一概にはいえず、成長がとびぬけて良いものが根元曲がりは必ずしも小さいわけではないようです。また、最小二乗推定値4付近でもっとも変異幅が広く、成長の良いものから悪いものまでが含まれていました。

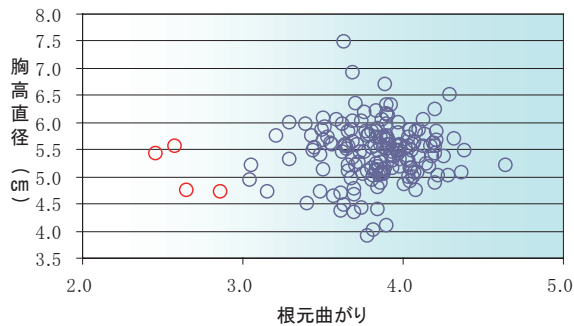
この結果から東部育種区の多雪地帯において、成長と根元曲がりの評価の低い系統はエ川尻 1、エ脇野沢 7、エ遠野 3、エー関 3 となりました（図－1、2中の赤丸）。これらの精英樹についてはミニチュア採種園造成に際して、多雪地帯への導入を見合わせることを良いでしょう。

表－2は成長形質の評価値を加味した、根元曲がり評価値の上位を抽出したものです。抽出条件は、評価の回数が2回以上で、指数評価の最小二乗推定値が4.0以上かつ樹高と胸高直径の評価値が3以上です。

なお、この評価結果は、東部育種区の積雪地帯における10年次成長形質の評価結果です。育種区全体の成長特性は最新のスギ精英樹特性表（2009/03）を参照してください。



図－１ 樹高と根元曲がり



図－２ 胸高直径と根元曲がり

3 おわりに

これらの特性評価は林木育種CDに収録しますので、ミニチュア採種園造成時に活用をお願いします。また、根元曲がりは肥大成長が進むとあまり目立たなくなることが経験的に知られています。その意味で、10年次は根元曲がりがもっとも目立つ時期の調査結果と言えます。現行の検定林調査では、個体対応でデータを取り、個体毎の成長過程を追うことができます。そのため、より高齢級になったときに根元曲がりを再調査すれば、根元曲がりがどのように変化したかを追跡することができます。10年次に曲がってしまったものは、その後、挽回することはないのか、あるいは多少とも改善が見込めるのかなど、まだよくわかっていない疑問に答えられる可能性があります。「検定林は宝の山」と言われることがあります。高速育種やエリートツリーの選抜など、新しい視点がさまざまに導入され、林木育種も日進月歩ですが、検定林の調査についても、新しいアイデアや手法を取り入れるなどして継続することにより、「宝」にさらに磨きをかけることができます。林業をとりまく財政的状況は依然として厳しいですが、東北育種基本区の関係機関は協力して「宝」の活用に励んでいます。

表－２ 東部スギ次代検定林での根元曲がり上位の精英樹20系統（評価回数2回以上）

精英樹 コード	精英樹名	機関	選抜地	東部育種区 実生検定林										
				樹 高			胸 高			根元曲		生存率		
				10年次			10年次			10年次		10年次		
				評 価	回 数	最小二乗 推定値 (m)	評 価	回 数	最小二乗 推定値 (cm)	回 数	最小二乗 推定値 (指数)	評 価	回 数	最小二乗 推定値 (%)
197	エ蟹田 2	東北局	青森県	5	3	4.5	5	3	6.2	3	4.2	3	3	94.0
212	エ増川 2	東北局	青森県	3	2	4.0	3	2	5.2	2	4.2	2	2	89.7
265	エ碓ヶ関 6	東北局	青森県	3	2	4.1	3	2	5.6	2	4.1	3	2	94.3
282	エ黒石 13	東北局	青森県	4	2	4.3	4	2	5.9	2	4.1	3	2	92.8
236	エ鰯ヶ沢 6	東北局	青森県	3	3	3.9	4	3	5.8	3	4.1	5	3	98.9
200	エ今別 2	東北局	青森県	4	2	4.2	2	2	5.1	2	4.1	4	2	95.7
201	エ今別 3	東北局	青森県	4	2	4.3	3	2	5.6	2	4.1	3	2	94.4
250	エ大鰐 1	東北局	青森県	3	3	4.1	3	3	5.6	3	4.1	4	3	95.1
216	エ増川 5	東北局	青森県	4	2	4.2	3	2	5.5	2	4.1	2	2	91.7
152	ヶ南津軽 9	青森県	青森県	3	3	4.1	4	3	5.8	3	4.0	4	3	96.4
247	エ弘前 4	東北局	青森県	3	2	4.0	3	2	5.3	2	4.0	3	2	93.9
181	ヶ三戸 6	青森県	青森県	3	3	4.1	3	3	5.5	3	4.0	4	3	98.0
232	エ鰯ヶ沢 2	東北局	青森県	3	3	4.0	3	3	5.6	3	4.0	5	3	98.2
196	エ青森 11	東北局	青森県	3	4	3.9	3	4	5.6	4	4.0	3	4	94.0
188	エ青森 3	東北局	青森県	4	2	4.5	4	2	6.0	2	4.0	3	2	94.0
403	エ水沢 4	東北局	岩手県	4	2	4.3	4	2	5.8	2	4.0	3	2	94.6
394	エ花巻 6	東北局	岩手県	3	2	4.0	3	2	5.4	2	4.0	4	2	95.0
235	エ鰯ヶ沢 5	東北局	青森県	3	2	3.9	3	2	5.6	2	4.0	3	2	93.7
226	エ中里 1	東北局	青森県	3	2	4.2	3	2	5.5	2	4.0	2	2	90.6
318	エ三戸 2	東北局	青森県	3	2	4.1	3	2	5.5	2	4.0	3	2	93.9

【インタビュー】

優良山林種苗生産者に聞く

ー 秋田県大館市 三浦農園 三浦 惣弘氏 ー

東北育種場 遺伝資源管理課 高倉 良紀

1 はじめに

平成22年度全国山林種苗品評会は、秋田県大館市の三浦農園の三浦惣弘氏が最高賞に当たる農林水産大臣賞を受賞されました。そこで、8月23日に秋田県農林水産技術センター森林技術センターの職員2名と東北育種場の職員3名が三浦氏の苗畑を訪れてお話を伺ったので紹介します。

今回の受賞は、機械化による苗畑作業の合理化、発酵させたモミ殻等の有機質肥料を利用した土作り、コスト削減の努力など、優れた育苗技術の取り組みと苗木の品質などが総合的に評価されたものです。三浦農園の苗木生産は、天然秋田スギから採種していた時代より始まり、惣弘氏で3代目となります。現在は、3.7haの苗畑でスギを年間約20万本生産されています。



写真-1 三浦惣弘氏の苗畑にて(写真中央)

2 優良苗木生産に向けての取り組み

(1) 9台のトラクターによる苗畑作業の合理化

苗畑作業の熟練者は年々減少しており、また経営上通年雇用するのが難しいことから労力と時間、経費を考慮し、少人数で最大限のパフォーマンスを発揮できるように努力されています。1人ないし2人でも作業ができるよう作業に合った専用の機械化を進めることにより、規格に沿った苗木づくりに取り組んでいます。最近のトラクターは、高馬力で小型化が進んでおり床替機などと車幅が異なることがあるため、使い慣れた古いトラクターの修理をかさねて大事に使用しています。また、苗畑が2ヶ所あり、場所も離れていることから、それぞれの苗畑に機械を配置して移動時間の短縮をはかりつつ、機械装着の手間も省けるように、各トラクターには耕耘・根切り・薬剤散布・掘り取り等の専用作業機を装着しています。

まき付けには、少人数で対応できるよう播種機を使用しています。春雪解けが遅いことから、霜が降りる直前の11月中旬にまき付を行なっています。これにより、人手が必要な繁忙期も余裕をもって他の作業ができるようにしています。

床替は、床替機を用いていますが、根の乾燥による枯損を少なくするため、土壌保水剤のウォーターキープに液肥を混ぜて6～10本ずつ苗木の根の部分のみを一度浸した後、3～5時間おいてから苗を植栽し



写真-2 まき付け効率化のための播種機



写真-3 2～3人乗り床替機



写真-4 スプレーヤー専用のトラクター

ます。また、6、7月に苗木を動かす場合は蒸散抑制剤を用いるなどし、春出荷には、作業者の農繁期の労務調整を行うなど柔軟に対応しています。



写真－5 苗畑に散布する発酵鶏糞ペレット

(2) 肥培管理

元肥は、3年程かけて完熟させたモミ柄とワラの堆肥を多めに使用し、鶏糞と化学肥料で不足養分の調整を行っています。また、苗畑周辺は宅地が近いため、臭気がしない鶏糞ペレットを利用し、周辺への気配りと環境へ配慮した肥培管理に努めています。

(3) 病虫害対策

赤枯病予防として、6～7月にZボルドーを散布しています。ネキリムシの防除としては、床替床にはダイアジノン5・カルホス粒剤を散布し、まき付け床にはカルホス乳剤を散布しています。

(4) 床替床の除草

5、6月の床替直後にダイヤメート水和剤を散布し、2回目となる7、8月にはゴーゴーサン乳剤などを散布して雑草の成育時期に合わせて複数の除草剤を用い、労力の削減に心がけています。



写真－6 管理が行き届いた床替床

3 苗畑経営について

苗木を生産するうえで難しい点を三浦氏に伺ったところ、ここ数年天候が不順なため、毎年苗木の作り方を変えないといけないので規格苗木に対応することが難しいこと。また、大館市の季節は春が遅く冬が早いので、それに合わせた育苗方法など必要なことがあります。例年であれば1回目の断根を8月下旬から9月上旬にかけて行いますが、今年は成長が遅いためまだ根切を行えない状態です。

近年5月、6月は雨が少なく日中の気温が34℃位まで上がり、高温と乾燥によって成長と活力に影響する傾向にあります。そのため例年のような旺盛な成長はみられず、追肥によって苗木の成長をみているところです。

4 新たな取り組み

三浦氏は山林種苗協同組合の行事のほか、種苗に関する研修会等には、必ず参加し新しい情報や技術を習得しています。また、県森林技術センターと連携して、試験的に少花粉スギの苗木（ポット苗含む）を生産、育苗し、今後花粉症対策事業の体制が整った際にはいつでも対応できるように、様々な技術の習得と改良に向けて努力しています。

5 品種への要望

これまで、秋田県の苗木生産はスギ苗木が主体でした。しかし、今後は抵抗性クロマツの苗木生産にも取り組んでいきたいと語っています。

秋田県の内海岸林における松くい虫被害によるクロマツ林消失は大きな問題であり、県森林技術センターの抵抗性品種の開発とともに我々苗木生産者側も抵抗性マツの生産に取り組んでいくよう努力する必要があるとお話しされていました。

6 次世代へ・・・

三浦氏は、苗木生産を円滑に後継者へ引き継ぐために、日記や作業の要点を逐一記録するよう心がけているそうです。そういった記録が優れた種苗の生産と技術向上の役割を果たしていくのだと感じました。

苗木生産は、その年の天候や土壌条件などによって、成育状況が違ってくるので、それに合わせ様々なことに試行錯誤しながら育苗技術を改良していく姿は、優良苗木の生産につながっていることを強く感じました。

【報 告】

平成23年度育種分野打合せ会

平成23年6月16日から17日にかけて、平成23年度育種分野打合せ会が東北育種場にて開催されました。この会議は、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により東北林業試験研究機関連絡協議会林木育種専門部会の開催が中止となったため、重点事項に絞って開催されました。育種専門部会と同様、東北地方における研究成果の報告・情報交換を行うとともに、今回は特に、海岸松林再生とエリートツリーの選抜普及が重要課題として議論され、東北育種基本区の各県と新潟県の林業試験研究機関の林木育種担当者、森林総合研究所東北支所及び東北育種場職員が参加しました。



写真-1 会議の様子(東北育種場会議室)

1 会議の主な内容

東北地方で重要な課題と位置づけられている日本海側におけるマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種開発推進のほか、津波により甚大な被害を受けた東北の太平洋側3県の海岸松林の復旧・復興に向けた林木育種の事業や研究の進め方、また、エリートツリーを活用した儲かる林業による林業再生等について議論が交わされました。

2 海岸松林の再生に向けた研究

東北地方大震災による海岸林の消失や松食い虫被害の進行による東北地方の海岸松林の機能回復を図るため、①マツノザイセンチュウ抵抗性苗木等の最適な配置、②抵抗性苗木の早期大量生産技術の開発、③西日本産抵抗性苗木の適応性、抵抗性の実証試験について議論されました。

①では、各県の海岸松林の地理や樹種構成、被害状況を考慮し、抵抗性苗木と精英樹を活用した効率的な植栽配置の検討案が示されました。

②では、現在開発品種数が十分とはいえないマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の開発を進めるため、各機関でのコンテナ苗を利用した育苗期間

を短縮する技術や、さし木増殖技術開発の取組状況について報告されました。

③では、東北地方産の抵抗性クロマツが開発されるまでの間の繋ぎとして西日本産の抵抗性マツを導入する際の適応性などについて議論されました。

3 儲かる林業による森林林業の再生に向けた研究

造林未済地の解消や造林コスト削減を目的とした、エリートツリーの選抜普及やコンテナ苗での育苗技術開発の取組状況について議論されました。

4 研究開発推進ブロック会議に向けた課題の検討

東北地方における課題化すべき研究課題として、主にマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種開発に関する課題やカラマツ種苗の安定供給、震災被害の実態調査等について発表がありました。

5 最近の研究成果と情報提供

岩手県からスギ次世代精英樹選抜に向けた取組として、精英樹間の人工交配家系と従来の採種園産家系との樹高・成長の比較調査について報告がありました。

宮城県からは、クロマツ抵抗性採種園産種子の供給について、秋田県からは、より花粉の飛散期に近い時期に採取することの可能性について情報提供がありました。

6 講演会

林木育種センター星比呂志育種第二課長より高速育種の進め方と題して、高速育種の柱となる育種戦略・理論の構築、検定評価及び普及技術の開発、施業体系（伐採と造林の組み合わせ実施）の重要性等について講演がありました。



写真-2 講演会の様子

(東北育種場 連絡調整課 黒沼幸樹)

【報 告】

平成23年度林木育種推進東北地区協議会 第1回東北地区高速育種運営会議

平成23年7月21～22日に、秋田県秋田市において、第1回東北地区高速育種運営会議及び平成23年度林木育種推進東北地区協議会が開催されました。

高速育種運営会議については、地域の実情を鑑みて各育種基本区で行うこととしており、討議の内容としてはエリートツリー（第二世代以降の精英樹）の普及の方策、及びそれに付随する共同研究等について議論する場と位置づけられており、今年度から立ち上げた新たな会議となります。

それでは概略となりますが、両会議の概要を以下によりご報告いたします。



写真-2 講演会の様子

1 第1回東北地区高速育種運営会議

前述のとおり、本年度より林木育種センター東北育種場主催により開催することとなりました、本会議設置の目的としまして主に以下の事項があります。

- 1) エリートツリーの普及に際し、当面原種の配布可能数量が限られるので、当該育種区においてのより効率的かつ効果的な配布方法の検討。
- 2) 普及に際し必要なデータ（品種の仕様書）採取・提示のための共同研究の検討。

東北育種基本区のエリートツリーの開発については、現在選抜を始めたばかりであり、開発・普及までには今しばらく時間を要します。

しかし、近い将来開発されることは間違いありませんので、先行して普及することになる関東育種基本区（平成24年度から普及予定）等の実例を参考にしつつ、東北育種基本区で開発された際には円滑に普及が進められるよう、これからも情報を共有し議論する必要があるということで合意しました。

2 平成23年度林木育種推進東北地区協議会

例年、東北育種基本区等の林木育種関係機関が一同に集い開催していますが、本年度は震災影響による復興対応等のためやむを得ず欠席となった機関がありました。

また、例年2日目に行っていた現地検討会は行わずに従来のマツノザイセンチュウ被害に加え、今回の津波被害により壊滅状態にある東北地方の海岸松林再生に向けた情報共有の場を2日目に設けるなど重点課題の検討に取り組んだ会議となりました。

3 議事

昨年の技術部会で諮られていた「次代検定林技術マニュアル」及び「ミニチュア採種園技術マニュアル」について改訂した旨の報告。

また提案事項では他分野（育林や保護分野）との連携強化の必要性について共通認識を確認し、低コスト化の取組事例や治山としての海岸松林保全の取組等について情報提供がありました。

4 講演会

2日目のマツノザイセンチュウ集中討議に先立って、森林総合研究所東北支所の中村克典松くい虫チーム長より「松くい虫対応戦略の中での抵抗性育種—その重要性と期待される役割—」と題しまして、松くい虫対策の目指すべきところは“土着化”（松と松くい虫の共存）であり、それに向けての戦略及び共存可能となる強い抵抗性を持つ品種の開発の必要性について講演がありました。



写真-2 講演会の様子

（東北育種場連絡調整課 今野敏彦）

ミニ二林木育種事典

さいしょうじじょうすいていち 【最小二乗推定値】

名

線形モデルにおいて残差の平方和が最小となるように他の要素を推定して求められる平均のこと。

最小二乗推定値は、系統評価に頻繁に利用されています。これは、算術平均よりも適切な評価が可能のためです。今回は、最小二乗推定値の計算の仕組みの概略について、簡単にご紹介します。

はじめに、検定林で測定した樹高データを算術平均と最小二乗推定値の二通りで評価した場合をモデルデータで説明します。地位の異なる3か所の検定林において、3系統の樹高を測定した場合のモデルデータを表-1に示します。系統ごとの成長の順位は、系統3>系統2>系統1の順に良いとします。この例のように欠測がない場合には、算術平均値と最小二乗推定値は同じ値になります。

表-1. 地位の異なる3検定林での樹高の系統平均値のモデルデータ(欠測なし)

	検定林			算術平均	最小二乗推定値
	良	中	悪		
系統1	10	8	7	8.33	8.33
系統2	13	10	8	10.33	10.33
系統3	16	12	9	12.33	12.33

同じ

系統に、欠測がある場合（各系統が3検定林中2検定林のみで検定された場合）を表-2に示します。欠測がない場合と異なり、欠測がある場合の算術平均では、系統3は系統2よりも低い値となり、評価が逆転しました。これは、系統2は地位“悪”の検定林で欠測となり、逆に系統3は地位“良”の検定林で欠測となったためです。一方、最小二乗推定値では、欠測がない場合と同様に系統3の評価値が高くなっています。このように、欠測がある場合には最小二乗推定値を使った方が適切な系統評価ができるのです。

表-2. 地位の異なる3検定林での樹高の系統平均値のモデルデータ(欠測あり)

	検定林			算術平均	最小二乗推定値
	良	中	悪		
系統1	10	8	-	9.00	7.58
系統2	13	10	-	11.50	10.08
系統3	-	12	9	10.50	11.83

評価逆転

次に、最小二乗推定値の計算の考え方についてご説明します。最小二乗推定値は最小二乗法という方法により計算します。今回の例では、「検定林ごとの系統の値=全体平均+検定林の効果+系統の効果+誤差」というモデルのもとで、誤差が最小になるように、効

果を推定します。各検定林の地位の良否、各系統の成長の良否について、それぞれの効果として求めます。紙面の制約で計算方法はここでは省略しますので、久保田（2007）の解説をご参照ください。

それぞれの検定林の効果と系統の効果の計算結果を表-3に示します。これらの効果によって、欠測のデータも推定できます（表4）。例えば、地位“良”検定林の“系統3”の値は、地位“悪”検定林の“系統1”の値「4.75」を元に、地位“良”の効果「5.5」と“系統3”の効果「4.25」を足し合わせて「14.5」と推定できます。推定した欠測値も含め、系統ごとの3つの値を算術平均し、最小二乗推定値を求めることができます（表-4）。

最小二乗推定値は、精英樹特性表の各系統の評価に利用されています。最小二乗法の計算では、データ数の多少を加味しないため、特性表の最小二乗推定値は、各系統の検定回数は反映されていません。したがって、評価の信頼性を考慮すると、最小二乗推定値に加えて、検定回数にも注意が必要です。

表-3. 最小二乗法で推定した検定林の効果と系統の効果

地位	検定林の効果	系統	系統の効果
良	+5.5	系統1	±0
中	+3	系統2	+2.5
悪	±0	系統3	+4.25

表-4. 最小二乗法により欠測値を推定した結果

	検定林			最小二乗推定値
	良	中	悪	
系統1	10	8	4.75	7.58
系統2	13	10	7.25	10.08
系統3	14.5	12	9	11.83

参考文献

久保田正裕（2007）林木育種技術ニュース No.29

（東北育種場 育種課 玉城 聡）

東北の林木育種 No197

発行日 2011年（平成23年）10月20日
 発行 林木育種推進東北地区協議会
 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://touiku.job.affrc.go.jp/>
 ©2009Printed in Japan 禁無断転載・複写