

平成18年度に開発した新品種とその活用

独立行政法人林木育種センター 育種部長 宮田 増男

林木育種センターにおいては、安全で快適な国民生活の確保と森林の様々な機能のより一層の発揮に向けた森林の整備に資するため、花粉症対策に有効な花粉の少ないスギ品種や無花粉スギ品種の開発、地球温暖化防止に役立つ二酸化炭素の吸収・固定能力の高いスギやトドマツ等の品種の開発、国土保全、自然環境保全機能などのさらなる向上に役立つ病虫害等の抵抗性品種や複層林向けのスギやヒノキの品種の開発、林業の再生、活性化に役立つ品種の開発など社会のニーズに対応した林木育種事業を都道府県等と連携して推進しています。

平成18年度は、計画に沿って、これらのうち花粉症対策に有効な品種と松食い虫に強いマツノザイセンチュウ抵抗性品種を都府県と連携して開発しました。

花粉症対策に有効な品種の開発につきましては、関東育種基本区において花粉の少ないヒノキ16品種、関西育種基本区において花粉の少ないスギ9品種を開発しました。これらは、いずれも成長や幹の通直性などが優れている精英樹の中から選抜し開発したものです。花粉の少ないヒノキ品種は、平成19年度にも、関西育種基本区及び九州育種基本区において開発の予定です。花粉の少ないスギ品種は、平成8年度から順次開発を行い、今回の9品種を含め、今までに全国で121品種を開発しました。スギについては、すでに多くの都府県において採種園や採穂園が造成又は改良され、花粉の少ないスギの種苗生産が開始されています。

マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発につきましては、九州育種基本区でクロマツ18品種を開発し、開発の着手が後発の東北や関東、北陸、山陰地方ではアカマツ7品種、クロマツ5品種を開発しました。これらを含め、早くから開発が進められた西南日本（日本海側を除く。）では、アカマツ92品種、クロマツ51品種、その他の東北や関東、北陸、山陰地方では、アカマツ50品種、クロマツ13品種となりました。

西南地方では、以前から抵抗性採種園が造成され、抵抗性種苗の生産が行われています。東北地方等においても順次、採種園が造成されていますが、まだ、品種開発数が不足しており、特にクロマツは開発を急ぐ必要があります。この4、5年でおおよその品種開発数に目途を付けたいとその開発を精力的に進めています。

今までのものも含め、開発した品種の原種は、林木育種センターに保存しており、都道府県からの要望に応じてその原種を提供しています。これらの活用、普及により、花粉症問題やマツ枯れ問題の解消に向けより一層貢献できるものと考えています。

なお、今回、開発した新品種の詳細については、本誌に掲載した各記事をご覧ください。

都県との連携によって開発した 関東育種基本区の「花粉の少ないヒノキ」品種

「花粉の少ないスギ」は、関東育種基本区で雄花の着生量が評価された精英樹、約830本の中から平成8年度と12年度に合計57品種が開発されています。そして都県では、すでにそれらを用いた採種園や採穂園の造成や改良がなされ、種苗の生産が行われているところも多くなりました。

一方、「花粉の少ないヒノキ」については、品種を開発するために、林野庁が平成9～13年度までの5ヵ年及び平成14～18年度までの5ヵ年を林木育種協会に委託し、14都府県の16箇所の採種園について、ヒノキの雄花着生量の調査を行っています。林木育種センターでも平成14～17年の4年間にわたり、関東育種基本区で選抜されたヒノキの精英樹クローンによる構内の交配園等で約390クローンの雄花着生量を調査してきました。

また、関東育種基本区内の各都県においてもヒノキ精英樹クローンの雄花着生量を独自に調査しています。

こうして、ヒノキ雄花着生量について、林野庁、都県、林木育種センターの三種のデータがそろいました。

林木育種センターのデータは育種区ごとに解析して、自然着花、ジベレリン処理着花別にそれぞれの精英樹の最小二乗推定値を推定しました。

しかし、都県の採種園では、自県選抜の精英樹だけが植栽されている場合が多く、複数箇所の採種園のデータをまとめて解析することは不適当と判断しました。また、複数の採種園に植栽されている精英樹では、採種園の所在する地域によって、あるいは、自然着花とジベレリン処理着花との相違など、雄花着生量に交互作用が明確に表れる精英樹もありました。そのため、林野庁及び都県の雄花着生量のデータは、いずれの場合も、個々の採種園ごとに精英樹と年次との二元配置の分散分析で解析しています。

したがって、精英樹ごとの最小二乗推定値は、一元的な評価値ではなく、むしろ、精英樹と採種園との二元表のような形式になりました。そうすることによって、個々の精英樹が採種園の所在地域によって、どのような雄花着生量であるかという情報も得られました。

これらの雄花着生量の結果に、「ヒノキ精英樹特

性表」や「林木遺伝資源特性評価報告書」などを参考に成長や材質などの形質の評価値を加え、育種区ごとに「花粉の少ないヒノキ」選定のための評価表を作成しました。作成した評価表に基づき、都県とともに、花粉の少ないヒノキの候補案、16精英樹を選定しました。なお、候補案の選定には、自然着花による雄花着生量を優先しています。これは、ヒノキはジベレリン処理による花芽分化が、スギに比べ顕著な場合があることと、ジベレリン処理によって雄花が着生することは、採種園では何ら問題がないと判断したためです。

以上の最終的な候補案を得るまでの経過をまとめ、林木育種センターにおける新品種開発委員会に提出する資料を作成しました。そして、平成18年度の当該委員会で審議が行われ、候補案のとおり、16品種が確定しました。

ところで、ヒノキはスギと異なり、ほとんどが実生苗で普及されます。スギの場合には、一部の県で「花粉の少ないスギ」品種を用いてミニチュア採種園を造成し、当該品種に由来する種子を生産している例もあります。しかし、ヒノキの場合には、そうした技術は確立されておらず、当面は、従来の採種園で母樹を限定して採種する方法も有効と考えられます。



花粉の少ないヒノキの一つ、久慈6号

(センター本所 育種第二課 河崎 久男)

東北育種基本区における新品種の開発

マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ 3 品種

1. はじめに

東北地方におけるマツ材線虫病の被害は依然進行中で、特に日本海側のクロマツの被害が深刻です。被害は青森県と秋田県の県境まで達しつつあり、両県は県境のマツ林を皆伐して被害の北上を防ぐ体制を取っています。東北育種基本区のクロマツの種苗配布区域は青森・秋田・山形・新潟県が第一区で、他の県は第二区となり、種苗の配布は一区から二区へは可能なものの、逆は不可となっています。平成17年度末では、二区から選抜された抵抗性クロマツは6品種あるものの、一区では皆無でした。今回一区から待望の2品種を開発したので紹介します。

2. 東北育種基本区における候補木の選抜と検定結果

平成4年度から始まった「東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」により東北育種基本区の各県と東北育種場(以下「当場」と略す。)で被害地から選抜した候補木数はアカマツ1,056本、クロマツ780本です。一次検定はアカマツ789本、クロマツ431本が実施され、アカマツは208本、クロマツ50本が合格しています(平成17年度末現在)。

一次合格木クローンに当場で二次検定を実施し、17年度末までにアカマツ24品種(精英樹8品種を含む。)、クロマツ6品種が開発されています。

3. 新たに開発されたクロマツ3品種の育成の経過

(1)宮城(鳴瀬)クロマツ6号

宮城県林業試験場が平成4年度に候補木として鳴瀬町(現在、東松島市)から選抜し、平成9年度に同場で一次検定を実施し合格しました。

(2)山形(遊佐)クロマツ27号

山形県森林研究研修センターが平成10年度に候補木として遊佐町から選抜し、平成14年度に同センターで一次検定を実施し合格しました。

(3)前橋営(村上)クロマツ2号

当場が平成7年度に候補木として新潟県村上市上の山国有林から選抜し、平成10年度に当場が一次検定を実施し合格しました。

二次検定は当場が平成17年6月接木クローンに1本当たり1万頭のマツノザイセンチュウ(島原)を主軸注入法で接種し、16週間後の10月の被害調査により合格木とし、平成18年度に新品種開発委員会に申請し承認されたものです。

なお3品種が純粋なクロマツであることを針葉の長さ、形、樹脂道指数及び冬芽の鱗片の色で確認しています。



宮城(鳴瀬)クロマツ
6号本体(台帳より複写)

前橋営(村上)クロ
マツ2号クローン苗



マツノザイセンチュウ接種後8週間経過のハウス

(東北育種場 育種課 半田孝俊)

関西育種基本区における新品種の開発

マツノザイセンチュウ抵抗性マツ品種と花粉の少ないスギ品種

1. はじめに

関西育種基本区では、太平洋側のみならず日本海側でもマツ枯れ被害が深刻化しており、マツノザイセンチュウ抵抗性マツ品種の開発が強く要請されているところです。また、京阪神の大都市圏を擁するため、社会問題化した「スギ花粉症」に関しても品種開発による対策に関心が持たれています。このような背景のもと、平成18年度には関西育種場が関係府県と連携して継続的に取り組んできた成果として、マツノザイセンチュウ抵抗性マツ7品種と花粉の少ないスギ9品種を開発しました。ここでは、これらの新たに開発した品種の概要を紹介します。

2. マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発

平成18年度に新たに開発した抵抗性マツ品種は、アカマツ5品種、クロマツ2品種です。これらの抵抗性マツは、いずれも日本海側の福井、京都、鳥取の各府県から選抜された系統です。このうち、従来から行われてきた候補木のつぎ木を用いたクローン検定により開発されたのは鳥取県選抜のアカマツ1品種だけで、その他の6品種は候補木から採種した実生にザイセンチュウを人工接種して、生き残った苗をクローン増殖して再度人工接種検定を行って抵抗性を確かめたものです。

これで関西育種基本区における日本海側の抵抗性アカマツは15品種となり、クロマツでは2品種の抵抗性マツが初めて開発されたことになります。今後とも関西育種場では日本海側の抵抗性マツ種苗の

生産・普及体制の確立に向けて品種開発を進めて行きます。

3. 花粉の少ないスギ品種の開発

「花粉症対策」品種に関しては、関西育種場と府県で継続的に収集した雄花着花性のデータをもとに、新たに9品種の花粉の少ないスギ品種を開発しました。これらの品種は、関西育種基本区を近畿・瀬戸内、日本海西部・東部、四国北部・南部の3ブロックに分けて、それぞれの地区で2箇所以上で雄花着花性を調べたクローンを対象にしてほとんど花粉を付けない精英樹クローンを選定しました。

関西育種基本区では平成14年度に14品種を開発しているので、あわせて23品種が採穂園や採種園に用いられることとなり、花粉症対策に幅広く対応できる体制が整いました。

4. 新たに開発した品種の活用

関西育種場では、これまでに開発した品種の利用の促進と育種事業の効率的な推進を目的として、育種技術の講習会や現地での技術指導の取り組みを強化しています。今後とも、育種関係者が集まる会議・打ち合わせ等の機会をとらえて、それぞれ特定の課題に絞った育種技術の講習会を開催して、関係府県の要望に沿った内容で育種技術講習会や現地での技術指導を行うことに努めます。



フレーム内でのザイセンチュウ人工接種二次検定



ザイセンチュウ人工接種後の生存率調査

(関西育種場 育種課 栗延晋)

九州育種基本区における マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの新品種の開発

1. はじめに

九州育種場では、九州各県や九州森林管理局等の関係機関と連携して、平成18年度にマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ18品種を開発しました。

今回開発した新品種は、マツ材線虫病激害林分から健全個体を選抜し、この個体から種子を採取して苗木を育成し、マツノザイセンチュウの接種検定（一次検定及び二次検定）に合格したものです。従来のマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種と同等もしくはそれ以上の抵抗性を有しています。

2. 新品種の開発の経過

激害林分からの健全木の選抜は、平成9年度から10年度にかけて行いました。福岡森林管理署管内の国有林と長崎県有林の4地域の林分から、20個体又は40個体の計100個体を選抜し、この個体から球果を採取しました。

この球果から、各健全木1本につき120本の苗木を養成し、この苗木に平成12年度～14年度の3年間に、各年1回、計3回のマツノザイセンチュウの人工接種を行いました。接種頭数は1回目が供試木1本当たり5,000頭、2回目以降は10,000頭としました（一次検定）。

一次検定により生き残った苗木を一次検定合格木とし、これらをつぎ木して養苗しました。10本以上つぎ木苗が得られた32クローンを二次検定に供しました。なお、これらのクローンは、当初に激害林分から選抜した健全木1本当たり1クローンに限定しました。これは、将来、採種園で利用する場合を考慮したためです。

二次検定は、平成17年度に行いました。マツノザイセンチュウの接種頭数は10,000頭です。抵抗性を判定するための比較対照として、土佐清水ク-63号、波方ク-37号、波方ク-73号、備前ク-143号及び三崎ク-90号のつぎ木苗を用いました。これらは、九州育種場の調査で、すでに開発した抵抗性品種の中でも実生抵抗性が5段階評価で5又は4と評価さ

れている抵抗性が高いものです。

二次検定に供したクローンと対照系統の生存率と健全率を接種後12週間以上にわたって調査し、対照系統よりも生存率と健全率の総合評価が高いものを合格クローンとしました（表-1）。

これらの合格クローンについては、林木育種推進九州地区協議会等において九州育種基本区内各県や森林管理局等関係機関の意見を伺ったうえ、本年度の林木育種センター新品種開発委員会において「マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの品種」として決定されました。

3. 新品種の今後の活用について

今回開発した18品種は、これまでの品種と同等もしくはそれ以上の抵抗性を持つと考えられますので、各県の抵抗性クロマツ採種園の構成クローンとして活用され、抵抗性苗の効率的な生産に役立つことを期待しています。今後は、これらの新品種が利用しやすいよう、着花性等の調査を実施し、情報提供をしていきたいと考えています。

表-1 開発した新品種の名称とマツノザイセンチュウ抵抗性

品 種 名	評点 (注)	品 種 名	評点 (注)
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-1号	-2.1	マツノザイセンチュウ抵抗性宗像ク-2号	-4.3
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-5号	-3.1	マツノザイセンチュウ抵抗性宗像ク-4号	-2.5
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-6号	-1.8	マツノザイセンチュウ抵抗性宗像ク-12号	-1.4
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-8号	-2.5	マツノザイセンチュウ抵抗性宗像ク-19号	-2.1
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-25号	-5.2	マツノザイセンチュウ抵抗性新宮ク-2号	-4.5
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-29号	-0.6	マツノザイセンチュウ抵抗性新宮ク-5号	-0.7
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-31号	-1.8	マツノザイセンチュウ抵抗性新宮ク-11号	-1.1
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-32号	-4.4	マツノザイセンチュウ抵抗性新宮ク-14号	-4.6
マツノザイセンチュウ抵抗性岡垣ク-35号	-3.6	マツノザイセンチュウ抵抗性新宮ク-17号	-2.5

(注) 評点は、対照系統と比較して抵抗性の高さを判定する指数で、対照系統の評点0を基準とし、評点がこれより低いマイナスであれば対照系統よりも高い抵抗性を持っていることを示します。

(九州育種場 育種課 星比呂志)

平成18年度に開発した新品種について

当センターでは、都府県及び森林管理局等の関係機関と連携して、花粉の少ないヒノキ品種16品種、花粉の少ないスギ品種9品種、マツノザイセンチュウ抵抗性品種30品種（アカマツ7品種及びクロマツ23品種）の合計55品種を平成18年度新たに開発しました。

○花粉の少ないヒノキ品種

育種基本区	No.	選抜地	品 種 名
関 東	1	福島県	東白川2号
	2	茨城県	久慈6号
	3	栃木県	塩谷1号
	4	埼玉県	西川4号
	5	埼玉県	西川15号
	6	東京都	東京4号
	7	神奈川県	中10号
	8	山梨県	鯉沢4号
	9	長野県	上松10号
	10	長野県	王滝103号
	11	岐阜県	益田5号
	12	岐阜県	小坂1号
	13	静岡県	富士6号
	14	静岡県	大井6号
	15	愛知県	北設楽7号
	16	愛知県	新城2号

○花粉の少ないスギ品種

育種基本区	No.	選抜地	品 種 名
関 西	1	福井県	勝山1号
	2	滋賀県	蒲生1号
	3	兵庫県	美方2号
	4	兵庫県	美方3号
	5	岡山県	苫田20号
	6	岡山県	苫田21号
	7	鳥取県	八頭5号
	8	鳥取県	八頭11号
	9	愛媛県	周桑16号

○マツノザイセンチュウ抵抗性品種(アカマツ)

育種基本区	No.	選抜地	品 種 名
関 東	1	茨城県	マツノザイセンチュウ抵抗性 茨城(水戸)アカマツ19号
	2	茨城県	マツノザイセンチュウ抵抗性 茨城(水戸)アカマツ150号
関 西	3	福井県	マツノザイセンチュウ抵抗性 福井(小浜)アカマツ17号
	4	福井県	マツノザイセンチュウ抵抗性 福井(小浜)アカマツ28号
	5	福井県	マツノザイセンチュウ抵抗性 福井(小浜)アカマツ30号
	6	福井県	マツノザイセンチュウ抵抗性 福井(小浜)アカマツ31号
	7	鳥取県	マツノザイセンチュウ抵抗性 鳥取(東伯)アカマツ780号

○マツノザイセンチュウ抵抗性品種(クロマツ)

育種基本区	No.	選抜地	品 種 名
東 北	1	宮城県	マツノザイセンチュウ抵抗性 宮城(鳴瀬)クロマツ6号
	2	山形県	マツノザイセンチュウ抵抗性 山形(遊佐)クロマツ27号
	3	新潟県	マツノザイセンチュウ抵抗性 前橋営(村上)クロマツ2号
関 西	4	京都府	マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(久美浜)クロマツ10号
	5	京都府	マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(久美浜)クロマツ21号
九 州	6	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー1号
	7	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー5号
	8	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー6号
	9	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー8号
	10	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー25号
	11	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー29号
	12	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー31号
	13	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー32号
	14	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 岡垣クー35号
	15	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 宗像クー2号
	16	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 宗像クー4号
	17	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 宗像クー12号
	18	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 宗像クー19号
	19	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 新宮クー2号
	20	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 新宮クー5号
	21	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 新宮クー11号
	22	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 新宮クー14号
	23	福岡県	マツノザイセンチュウ抵抗性 新宮クー17号

(センター本所 育種第一課 野村考宏)

天然林の遺伝的改良技術の開発

1. はじめに

森林の更新にはいろいろな方法があります。大きく人工更新と天然更新に分けられます。後者は自然に落下した種子により森林を更新していく方法で、北海道育種基本区では、新規の更新面積に占める天然下種更新2類の割合は高く、平成17年度は11,517haで、平成17年度の更新面積に占める割合はおよそ2/3となっています。天然下種更新が行われている森林は、精英樹などの育種素材の供給源となることはあっても、林木育種事業の成果が届きません。

木材が生産される天然林においては良質な木材が永続的に生産できることが重要で、このためには、森林の取り扱い上、いろいろな工夫が必要になります。ここで紹介する「天然林の遺伝的改良技術の開発」は天然林において良質な木材を永続的に生産することを可能にするためのものです。技術の概要は、遺伝的構造、花粉の飛散距離等に基づいて優良な個体を保残木として適切に配置して天然下種更新させて優良な更新集団を育成するものです。林内で目的樹種が無い又は少ない箇所がある場合は、そこに優良な個体の苗木を補助的に植え込みます。生産性の向上だけでなく、遺伝的多様性の保持も目標に含めています。1サイクルは非常に長く、育種効果は大きくはありませんが、育種のサイクルを重ねることにより、育種効果は次第に大きくなっていくと考えています。

2. 研究の対象とする樹種

現在技術開発の対象としている樹種はミズナラです。その材は柾目にあらわれる紋様が美しく、家具、建築材、器具材に利用され、洋酒の樽にも賞用されています。ナラ類の蓄積は広葉樹の中ではカンバ類について多く、ミズナラは林業上重要な樹種ですが、人工更新は少なく、木材生産は天然林が主体となっています。また、ミズナラは落葉広葉樹林ではしばしば優占種となり、ときには純林を形成し、技術開発の対象樹種として取り組みやすい特性を有していると考えられます。

3. 対象とする林分

ミズナラ天然林の全てを対象とするのではなく、木材生産の対象となっている天然下種更新の天然林を想定していますが、植え込みが必要な天然林にも適用できます。

4. 成果

平成13年度から平成17年度にかけて、ミズナラ天然林の交配実態、ミズナラ天然林の遺伝的・地理的構造について研究を進めてきました。前者からはミズナラ成木の遺伝子交流範囲は100～150mと推定され、後

者からは、ミズナラの天然林9林分におけるパッチサイズは12～44mの範囲であったことや葉緑体DNAの分析により調査した



図-1 ミズナラ葉緑体DNA地域変異

50の天然林は大きく3区分され(図-1)、植え込みに用いる苗木の異動可能範囲が推測されるなどの成果を得ています。

5. 今後の課題

今後は、ミズナラの幹の通直性等の実用形質について遺伝性を推定するとともに、天然林内の花粉飛散距離や遺伝的構造についての情報を蓄積していきます。さらに、これらの情報に基づき、保残木の選び方が次世代集団の遺伝的特性に及ぼす影響についてシミュレーションを行います。これらの結果をとりまとめ、天然林の遺伝的改良技術の開発を進めていくことにしています。

(北海道育種場 育種課 丹藤修)

スポット 系統評価のための統計的手法 (2)

次代検定による精英樹の系統評価には、通常、複数の検定林の調査データを用います。これは、採種園産種子を普及する地域の造林環境は均一ではないためです。各精英樹の親としての評価を行うデータは、採種園産種子の普及地域の造林環境を代表するいくつかの場所に設定した次代検定林のデータであることが望ましいといえます。

各検定林で供試される系統の構成は、検定林用地の条件あるいは系統別苗の生産量が異なることから、不規則となります。したがって、いくつかの検定林の調査データについて表-1のような系統と検定林に二元分類した表を作成すると、欠測値の多い不完全な表になります。このようなデータからは、そのまま系統平均値を求めても各系統の平均値に特定の検定林の地力差が含まれているために、精英樹の評価を行うには不十分です。こうした場合の評価方法は、主に最小二乗推定法が用いられます。

最小二乗推定法では、最初にデータの構造を記述した数学モデルを設定します。ここでは、検定林別系統平均値をデータとした例を示します。検定林別

系統平均値(Y_{ij})は、検定林の効果(α_i)と系統の効果(β_j)による加法モデルと仮定すると、個々のデータは以下の式で表すことができます。 μ は全体の平均値を、 ε_{ij} は誤差をそれぞれ表しています。

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \cdots(1)$$

モデルで説明されない誤差が最小となるように、ただし誤差には正、負があるので、誤差の二乗和が最小となるように検定林の効果(α_i)、系統の効果(β_j)を求めます。それぞれの効果を計算するための連立方程式を最小二乗法の正規方程式といいます。図-1に表-1のモデルデータの正規方程式を示しました。最初の行列は、直線で示したように3つに分けられ、順に全体、系統、検定林に関するデータが並んでいます。例えば1行目は、全体で10のデータがあり、系統A、B、C、Dは、それぞれ2、3、2、3個のデータが、検定林は、それぞれ3、3、4個のデータがあることから、平均値とそれぞれの効果を足し合わせると58.2になることを示しています。この連立方程式を解いて得られ系統の効果(β_j)に全体の平均値(μ)を加えた値を、各系統の最小二乗推定値と呼び、各系統の平均的な値と見なして精英樹の評価に使用します。ただし、最小二乗法では検定回数は評価結果には反映されていません。一、二回しか検定されていない系統の最小二乗推定値は、三回以上の系統よりも信頼性が低く、評価値を活用する際には注意が必要となります。

欠測値のあるデータもできるだけ使用し、データの精度も反映させて育種価(遺伝的に期待される形質の値)を予測する方法として最適線型予測(BLP法)があり、林木の次代検定データについても育種価が予測されています。今回は、最適線型予測について紹介します。

参考文献

米澤勝衛ら：生物統計学，朝倉書店，212pp (1988)

(センター本所 保存評価課 久保田正裕)

表-1 次代検定林のモデルデータ

系統	検定林			箇所数	計
	17号(1)	18号(2)	19号(3)		
A (1)		2.8	4.7	2	7.5
B (2)	6.0	4.5	7.3	3	17.8
C (3)	7.0		8.5	2	15.5
D (4)	5.3	5.4	6.7	3	17.4
系統数	3	3	4	10	
計	18.3	12.7	27.2		58.2

(米澤ら;1988 を改変)

$$\begin{pmatrix} 10 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 3 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 1 & 1 & 3 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 3 & 0 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 58.2 \\ 7.5 \\ 17.8 \\ 15.5 \\ 17.4 \\ 18.3 \\ 12.7 \\ 27.2 \end{pmatrix}$$

図-1 モデルデータの正規方程式