

関西育種基本区における第二期交雑育種事業化プロジェクトの実施経過

那須 仁弥⁽¹⁾・小林 玲爾⁽²⁾・西村 慶二⁽¹⁾

Jin'ya NASU ⁽¹⁾, Reiji KOBAYASHI ⁽²⁾ and Keiji NISHIMURA ⁽¹⁾

Progress of the Second Cross Breeding Project in Kansai Breeding Region

1 はじめに

精英樹選抜育種事業が開始された当初において、次代の精英樹は、初代の精英樹の実生によって造成された次代検定林、育種種苗の人工林からの選抜と、初代の精英樹が選抜された林分と同様の既存林分、または当時若齢であった林分からの追加選抜が考えられていた⁽⁵⁶⁾。しかし、採種園を構成するクロンの種子生産の寄与は着花性の優良なクロンのみで多くのクロンがあまり寄与していない⁽⁵⁷⁾。このため、育種種苗の人工林からの選抜では、特定の家系の子供が多く選抜され、次世代の精英樹集団には近親交配の弊害が生ずると考えられた。以上のことから、人工交配により家系のあきらかな選抜集団を育成する必要がでてきた。

さし木品種の優秀性は、一代限りの効果として利用できるが、次世代以降の遺伝的向上は無性繁殖である限り期待できない⁽⁵⁶⁾。しかし、実生繁殖なら親より優秀な後代を作ることでもあるため、さらなる遺伝的向上が期待できる。

これらのことから人工交配による次世代の精英樹を選抜するための母集団、すなわち育種集団林の造成が強く求められた。育種集団林の造成と交雑育種の技術開発をするために交雑育種事業化プロジェクトが昭和55年から平成元年まで実施され、人工交配技術を中心に技術開発と精英樹等の育種目標である成長等の特性評価が行われた。

引き続き、育種集団林の造成技術と成長、材質、抵抗性等の複数の目的形質をそなえた品種の創出をめざして第二期交雑育種事業化プロジェクトが平成2年から開始された。

2 プロジェクトの実施経過と成果

2.1 実施経過と事業実績

関西育種基本区では、スギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツに関して集団品種の次世代化と複数の目的形質を備え

(1) 林木育種センター関西育種場

〒709-4335 岡山県勝田郡勝央町植月中1043

Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center

1043, Uetsukinaka, Shoo, Okayama 709-4335 Japan

(2) 元林木育種センター関西育種場

た個体の創出を目的に、それぞれの目的について改良目標を設定した。

(1) 集団品種の次世代化の推進

スギ、ヒノキの精英樹では、成長、材質の向上を、抵抗性については、スギの雪害抵抗性、スギカミキリ抵抗性を、アカマツではマツノザイセンチュウ抵抗性の向上を目標とした。

(2) 複数の目的形質を備えた個体の創出

スギ、ヒノキについては、材質と成長に優れた個体、成長と雪害抵抗性に優れた個体、雪害抵抗性とカミキリ抵抗性に優れた個体を、アカマツ、クロマツについてマツノザイセンチュウ抵抗性と成長に優れた個体の創出を目標とした。

その結果、スギ180組合せ、ヒノキ425組合せ、クロマツ42組合せ、計647組合せの人工交配を行い、11箇所（4.5 ha）の育種集団林を造成した（表1）。

表1. 第二期交雑育種事業化プロジェクトの実施経過概要

樹 種	交配年度	育 種 区	改 良 目 標	交 配 方 法	母 樹 数	交配組み 合わせ数	設定年度	設定面積	植栽本数
ヒノキ	平成2	四 国	成長・長	ダイアレル	6	30	5	0.83	2550
スギ	平成2	日本海岸	成長・耐虫性	ダイアレル	16	64	6	0.96	960
クロマツ	平成2	四 国	成長・耐虫性	要因	13	42	6	0.58	1980
スギ	平成3	日本海岸	耐虫性・耐雪性	ダイアレル	18	36	6	0.51	1380
ヒノキ	平成5	日本海岸	成長・長	ダイアレル	18	36	8	0.31	840
スギ	平成5	日本海岸	天然しぼ	ダイアレル	6	30	9	0.10	270
ヒノキ	平成6	日本海岸	気象害	ダイアレル	18	48	9	0.15	430
ヒノキ	平成6	瀬戸内・近畿	天然しぼ	ダイアレル	4	16	9	0.01	30
スギ	平成6	瀬戸内・近畿	天然しぼ	ダイアレル	10	50	10	0.06	295
ヒノキ	平成7	瀬戸内・近畿	天然しぼ	ダイアレル	12	60	10	0.04	155
ヒノキ	平成7	日本海岸	病害(漏脂病)	ダイアレル	18	43	10	0.50	1341
ヒノキ	平成8	瀬戸内・近畿	成長・長	ダイアレル	36	72			
ヒノキ	平成9	四 国	成長・心材色	ダイアレル	36	72			
ヒノキ	平成10	四 国	成長・心材色	要因	12	48			

本プロジェクトに関する技術開発では、交雑に使用する材料を選ぶための情報や基礎的資料を整備する一環として、精英樹の特性調査、花粉の超低温下の保存などが進められ、55編の報告がなされた。

2.2 本プロジェクトに係わる技術開発等研究成果

関西育種基本区において交雑に使用する材料を的確に選ぶために精英樹の特性調査がすすめられた。

四国北・南部育種区のヒノキ精英樹29クローンの偏心度、真円率、心材率などについて調査を行い、偏心度では27クローンが、真円率では24クローンが在来ヒノキに比べ、優れていた。しかし、調査したすべての形質で上位に評価された系統、すべて下位に評価された系統はなかった³⁰⁾。四国北・南部育種区のヒノキ精英樹52のクローン、スギ精英樹51クローンの色相について調査を行った。ヒノキについては、在来ヒノキに比べ、色相において黄身を帯びたクローン、彩度において鮮やかなクローンが多い傾向が見られ、すべてのクローンが淡紅色の赤系の心材色をしていた³⁰⁾。スギについては、精英樹クローンには黒心が見られず、淡黄色からややくすんだ茶褐色まで幅広い範囲の心材色を呈していた³⁰⁾。心材率、偏心度についてもスギ精英樹クローンは在来品種と比較して、優れたクローンが多く、また、真円率の高いクローンが多かった³⁰⁾。

四国北・南部育種区、瀬戸内海・近畿育種区のヒノキ精英樹156クローンのヤング率、容積密度数、生材含水率

などの調査を行った。含水率については心材部でほとんどのクローンが30～40％に分布していた。ヤング率については、同齡のスギより高い値を示した。しかし、スギより低い値を示すクローンもあった。ヤング率、容積密度数ともに分散分析ではクローン間に1％水準で有意な差がみられ、選抜、後輩による改良が期待できた⁵³⁾。

雄花の着生の少ないスギの個体を選抜するために、スギ精英樹の育種素材保存園における雄花の自然着生の調査、原種園におけるジベリン処理による雄花の着生調査を行った。その結果、日本海岸育種区で15クローン、四国育種区で雄花着生量の少ないスギ精英樹31クローンが選出された^{41) ~44)}。

複層林施業において樹下植栽に適するスギ、ヒノキの系統を探索するためにネットによる人工庇陰と樹下植栽による立木庇陰の2成長期にわたる耐陰性試験を行った。その結果、スギ27クローン、ヒノキ1系統が耐陰性に優れた系統として選出された^{24) 54)}。

ヒノキ樹脂胴枯病について瀬戸内海・近畿育種区のヒノキ精英樹203クローンにヒノキ樹脂胴枯病菌の人工接種を行い、無被害は3クローンのみでほとんどのクローンが感受性を持つことが明らかになった¹¹⁾。四国北・南部育種区のクローン集植所の被害調査から被害のないものは見られなかったが、被害程度の軽いものから激害のものまでクローンによって変異が見られた³⁵⁾。

ヒノキ採種園ではカメムシ類の防除のためMEP剤散布が行われていることから、瀬戸内海・近畿育種区のヒノキ精英樹202クローンにMEP剤感受性調査を行い、MEP剤感受性7クローンが明らかになった³⁾。

同時に抵抗性候補木の特性調査も進められた^{12) 14) ~16) 19) 22) 39)}。

中国地方におけるクロマツとタイワンアカマツのF₁（通称和華松）の植栽後10年次の成長経過を解析し、和華松の持つ品種特性が当地方において発揮されていることが確認された¹⁾。

スギの人工後輩家系を材料に植栽後15年次の成長²⁰⁾、スギカミキリ抵抗性の遺伝様式⁴⁵⁾について解析が行われた。また、スギの精英樹同士の交配についての検討^{13) 21)}も行われた。

交配技術と増殖技術に関する技術開発として、液体窒素中に5年間保存したスギ花粉を用いて人工交配を行い、得られた種子の100粒重、有胚率を調査した。この結果、スギ花粉を液体窒素で保存した影響はみられなかった⁴⁹⁾。樹種別（クロマツ、タイワンアカマツ、ワカマツ、スギ、ヒノキ、クヌギ）に花粉の低温貯蔵について検討し、樹種によって発芽率の経時変化が異なること、低温貯蔵の有効性も異なることなどが明らかにされた²⁹⁾。虫媒花花粉（セイヨウバクチノキ）の低温貯蔵についても検討を行い、液体窒素を使用すれば2年間貯蔵が可能であった²⁶⁾。ヒノキ球果を防虫網で保護することにより、虫害を防ぐことができ、充実種子率が上昇した⁷⁾。

3 今後の課題

今後の課題としては、事業的な面からの課題と技術研究、研究的な面からの課題との2つがある。

事業的な課題としては、交配材料の特性評価の推進と育種集団林設定・管理法の検討があげられる。これまでも、精英樹など交配材料の特性評価が行われてきた。しかし、育種目標である材質、環境耐性などの形質調査は、関西育種基本区選抜の精英樹の大半をカバーするには至っておらず、さらに充実させる必要がある。林業作業者の減少および高齢化などから、造林、下刈り、間伐などの林内作業に対して労力が投入されにくくなっている。この事をふまえて育種集団林の設定、管理において、より省力化についての検討を進める必要がある。

技術開発課題としては、次世代精英樹選抜技術の開発と適応環境を評価する技術の開発および無性繁殖技術の向

上があげられる。育種集団林から次世代精英樹を効率的に選抜する技術の開発において、スギについては、選抜した個体の遺伝子型をそのまま利用できる無性繁殖と親より優秀な後代を作ることができる実生繁殖の繁殖法の違いを考慮に入れる必要があろう。林木の成長は環境の影響を多分に受けるため、選抜した精英樹に適した環境下で植栽することで本来の能力を発揮することができる。特に関西育種基本区は日本海側、瀬戸内海、太平洋側と多様な気候下にあることや、次世代精英樹を速やかに活用されることが求められているため、選抜した系統の環境に対する反応を評価する技術やその系統に適した環境を把握する技術の開発が急がれる。スギに関してさし木指向の根強い地域があることなどから、さし木台木およびさし木苗木の育成期間の短縮など無性繁殖の技術のいっそうの向上が必要である。

4 研究業績

- 1) 半田孝俊：8産地のヒノキ樹木園で行った次代の個体選抜の記録，林育セ関西年報29，128～131（1994）
- 2) 半田孝俊：スギ・ヒノキ精英樹系統苗の人工庇陰による耐陰性の検定の成果，平成2年度林木育種場業務研究発表集（1991）
- 3) 半田孝俊：ヒノキ精英樹クロンのMEP剤感受性について，関西林育年報27，43～44（1991）
- 4) 半田孝俊：釜谷，戸ノ丸ヒノキ採種園における防虫網による虫害防除効果，林育セ関西年報28，117～121（1992）
- 5) 半田孝俊：交雑事業化プログラムで1988年に人工交配したヒノキの苗木養成経過と得られた苗の記録，林育セ関西年報29，124～127（1994）
- 6) 半田孝俊：和華松等雑種松の中国地方における成育状況（Ⅱ）－交配組み合わせごとの成育状況－，林育セ関西年報28，108～116（1992）
- 7) 半田孝俊・宮浦富保・山田浩雄：三次営林署戸ノ丸山ヒノキ採種園，同スギ採種園，釜ヶ峰スギ採種園及び新見営林署釜谷苗畑ヒノキ採種園の虫害調査，関西林育年報27，35～42（1991）
- 8) 半田孝俊・丹藤 修：5年間の人工庇陰と2年間の庇陰解除によるヒノキ精英樹の耐陰性検定，102回日林論，895～396（1991）
- 9) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会：精英樹の耐陰性の共同試験報告書，関西林試協育種部会，岡山，78pp（1992）
- 10) 河村嘉一郎・竹内寛興・大黒 正・岡村政則：スギ精英樹のスギカサガ等の虫害に対するクロン特性について（Ⅱ），林育セ関西年報28，64～71（1992）
- 11) Kazutaka Kato：Comparison of resistance in elite hinoki trees (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. Et Zucc.) Endl) to *Seiridium unicorne* (Cook et Ellis) Sutto., 林育セ研報14，145～157（1996）
- 12) 小林慎一・和多孝行・小林玲爾：気象害抵抗性個体の発根検定，関西林育山陰年報12，48～49（1991）
- 13) 小林玲爾：スギ抵抗性家系の創出，関西林育山陰年報12，65～68（1991）
- 14) 小林玲爾：雪害抵抗性候補木の特性調査（Ⅲ），関西林育山陰年報12，40～42（1991）
- 15) 小林玲爾：雪害抵抗性候補木の特性調査，関西林育山陰年報12，53～57（1991）
- 16) 小林玲爾：耐やせ地性ヒノキ優良品種の創出－ヒノキ耐やせ地性候補木クロンの成育状況－，林育セ関西年報33，69～71（1999）
- 17) 小林玲爾・綱田良夫：クロマツ×油松の交配について（Ⅱ）－平成3年度結果－，林育セ関西年報29，105～116（1994）
- 18) 小林玲爾・綱田良夫：マツノザイセンチュウ抵抗性家系の創出－クロマツ×油松の交配について－，林育セ関西年報28，55～61（1992）
- 19) 小林玲爾・山口和穂：ヒノキやせ地抵抗性個体の選抜と育成，林木育種ニュース8，10～11（1998）
- 20) 小林玲爾・植木忠二：スギ精英樹間交雑による遺伝試験林の成長比較，林育セ関西年報33，63～68（1998）

- 21) 小林玲爾・植木忠二・綱田良夫：スギ精英樹間の交配結果について－平成3年春スギ人工交配結果－，林育セ関西年報28，14～146（1992）
- 22) 小林玲爾・福田友之：スギ雪害抵抗性候補木の特性調査，林育セ関西年報32，28～36（1998）
- 23) 伊藤理恵・山口和穂・山田浩雄・河村嘉一郎：スギ精英樹の耐陰性試験地調査報告（1）－関西育種場の人工庇陰試験地の結果－，林育セ関西年報31，104～105（1996）
- 24) 伊藤理恵・山口和穂・山田浩雄・河村嘉一郎：近畿地区で選抜されたスギ精英樹の耐陰性検定，日林関西支論5，57～58（1996）
- 25) 宮浦富保・山田浩雄・半田孝俊：ヒノキ精英樹の材色のクローン間差，関西林育年報27，45～51（1991）
- 26) 中田了五・山田浩雄：アラカシ・ナラガシワの花粉発芽における培地中の微量元素の影響，日林論104，449～500（1993）
- 27) 中田了五・山田浩雄：虫媒花花粉の長期貯蔵－セイヨウバクチノキを用いた予備調査－，日林論106，287～288（1995）
- 28) 中田了五・山田浩雄・宮浦富保：林木の花粉の発芽における培地中の微量元素の影響，林育セ関西年報28，122～130（1992）
- 29) 中田了五・山田浩雄・宮浦富保：林木花粉の低温長期貯蔵のいくつかの樹種への適用，林育セ関西年報28，141～143（1992）
- 30) 西山和美・那須仁弥・西村慶二：関西育種基本区における雄華の少ないスギ品種の創出－近畿・瀬戸内海育種区のスギ精英樹クローンの調査結果－，林育セ関西年報34，85～91（1999）
- 31) 大黒 正・岡村政則・半田孝俊：四国で選抜されたスギ精英樹クローンの特性（Ⅰ）－心材色について－，41回日林関西支講41，77～80（1990）
- 32) 大黒 正・岡村政則・半田孝俊：四国で選抜されたスギ精英樹クローンの特性（Ⅱ）－心材率，偏心度及び真円率について－，41回日林関西支講41，81～84（1990）
- 33) 大黒 正・竹内寛興・河村嘉一郎・岡村政則：ヒノキクローン集植所の間伐木による精英樹の特性調査（Ⅰ）－形状比，幹の細り，真円率等について－，林育セ関西年報28，79～83（1992）
- 34) 大黒 正・竹内寛興・河村嘉一郎・岡村政則：ヒノキクローン集植所の間伐木による精英樹の特性調査（Ⅱ）－心材色について－，林育セ関西年報28，76～79（1992）
- 35) 竹内寛興・河村嘉一郎・大黒 正・岡村政則：四国で選抜されたヒノキ精英樹クローンの樹脂胴枯病の被害について，林育セ関西年報28，72～75（1992）
- 36) 竹内寛興・大黒 正・岡村政則・河村嘉一郎：過ぎ精英樹のスギカサガ等の虫害に対するクローン特性について（Ⅰ）－球果の被害特性－，関西林育四国年報29，87～93（1991）
- 37) 綱田良夫：採種円・採穂園における病虫害調査，関西林育山陰年報12，40～42（1992）
- 38) 綱田良夫・半田孝俊：採種・採穂園における病虫害調査（Ⅱ）－山陰事業場ヒノキ採種園における防虫網による虫害防除効果－，林育セ関西年報28，62～63（1992）
- 39) 植木忠二：スギカミキリに強いスギをつくる－抵抗性品種18クローンを決定－，緑化と苗木，104，7～9（1999）
- 40) 植木忠二・小林玲爾：ハチカミ免害個体を母樹に創出した交雑家系群におけるスギカミキリ被害と傷害樹脂道の関係，林育セ関西年報29，92～97（1993）
- 41) 植月充孝・山口和穂・伊藤理恵：日本海岸東・西育種区のスギ精英樹の着華性（Ⅰ）自然着生で雄花着生量の少ない精英樹，森林応用研究6，185～186（1997）
- 42) 植月充孝・植木忠二：四国北・南部育種区のスギ精英樹の着花性（Ⅰ）自然着生で雄花着生量の少ない精英樹，第108回日林論，329～330（1997）
- 43) 植月充孝・植木忠二・伊藤理恵：日本海岸東・西育種区のスギ精英樹の着花性（Ⅱ）ジベレリン処理で雄花着生量の少ない精英樹，森林応用研究6，187～188（1997）
- 44) 植月充孝・植木忠二・伊藤理恵：日本海岸東・西育種区のスギ精英樹の着花性（Ⅲ）雄花着生量の少ない精英樹，森林応用研究6，189～190（1997）
- 45) 山田浩雄・宮浦富保・半田孝俊：ヒノキ精英樹の樹幹ヤング係数に関するクローン間差，102回日林論（1991）
- 46) 山田浩雄・宮浦富保・半田孝俊：林木花粉の長期貯蔵に関する研究（Ⅰ）－貯蔵後約3ヶ月間の発芽率の推移－，41回日林関西支講，92～95（1990）

- 47) 山田浩雄・宮浦富保・半田孝俊：林木花粉の長期貯蔵に関する研究（Ⅱ）—クロマツおよびコナラ属の林木花粉の最適花粉培地の検討—，41回日林関西支講，96～99（1990）
- 48) 山田浩雄・宮浦富保・半田孝俊：林木花粉の長期貯蔵試験，関西林育年報12，65～68（1991）
- 49) 山田浩雄・小林玲爾・中田了五・宮浦富保：液体窒素（ -196°C ）で長期保存したスギ花粉の種子形成能力，日林誌80（3），201～204（1998）
- 50) 山田浩雄・中田了五：花粉の貯蔵試験，林木育種ニュース13（1993）
- 51) 山田浩雄・中田了五：林木花粉の低温長期貯蔵のいくつかの樹種への適用（Ⅱ）—貯蔵2年後および1年後の結果—，関西の林木育種10（1993）林育セ関西年報29，128～130（1995）
- 52) 山田浩雄・中田了五：林木花粉長期貯蔵の試み，関西の林木育種10
- 53) 山口和穂・植木忠二・片寄 謙：ヒノキ精英樹クローンの材質調査，林育セ関西年報34，50～73（1999）
- 54) 山口和穂・山田浩雄・竹内寛興・岩崎 準・河村嘉一郎：スギ精英樹の耐陰性試験地調査報告（2）—四国事業場の樹下庇陰による耐陰性試験地—，林育セ関西年報31，94～95（1996）
- 55) 山口和穂・山田浩雄・竹内寛興・岩崎 準・河村嘉一郎：四国で選抜された精英樹の樹下植栽による耐陰性検定，日林関西支論5，53～56（1996）

引用文献

- 56) 栄花 茂：交雑育種事業化プロジェクト実施報告—プロジェクト計画と技術開発の10か年の成果—，林育研報9，1～14（1991）
- 57) 古越隆信：ヒノキ着花結実技術開発，技術開発と育種の意義，林木の育種134，28～31（1985）