



海外林木育種技術情報

Overseas Forest Tree Breeding Technical Information

目次

ベトナム・メコンデルタ酸性硫酸塩土壌における植林	1
青年海外協力隊植林ベトナム派遣 西山 昌宏	
「日中協力林木育種科学技術センター計画」短期専門家報告	6
関西育種場育種課育種研究室 西山 和美	
スウェーデンとフィンランドに行ってきました	9
育種工学課遺伝子組換研究室 谷口 亨	
西表育種技術園だより(13)	14
西表熱帯林育種技術園 小川 靖	
インフォメーション熱帯樹 No. 22	15
海外技術係 古本 良	

September 2003

独立行政法人 林木育種センター

Incorporated Administrative Agency Forest Tree Breeding Center

ベトナム・メコンデルタ酸性硫酸塩土壌における植林

青年海外協力隊 植林 ベトナム派遣 西山 昌宏

西山 昌宏（にしやま まさひろ）

1974年神奈川県生まれ。

1997年東京農業大学農学部造園学科卒業。卒業後、カナダで造園業につき、一年後帰国。その後日本で約4年間の植木職人を経験後、2002年12月からJICA青年海外協力隊事業によりベトナムに派遣され現在に至る。

趣味はハイキング

1. はじめに

私の配属先は、ベトナム南部最大の都市であるホーチミンから西南に約80km、車で約2時間ほど行った所に位置するロンアン省ティンホア地区の森林科学研究所ティンホア林業試験場で、都会的なホーチミンとは異なり、のどかな農村地帯が広がるとても静かな所です。



ティンホア林業試験場は過去5年（1997年～2002年）において、JICAとベトナム森林科学

研究所南部支所（Forest Science Sub-Institute of South Vietnam以下、FSSIV）の協力による、主にメラルーカ、ユーカリ種の植林プロジェクトが行われたプロジェクトサイトです。そして、今もサイト内に於いて、苗の実験・生産、植栽が継続されています。

ベトナム南部に形成されたメコンデルタの約3分の1に当たる130万ヘクタールが農林業への利用が困難な酸性硫酸塩土壌に覆われた荒廃湿地帯が広がっています。また、これらの地域は人口の急増や土地無し農民の増加による貧困も大きな問題となっています。現在、未利用地の有効活用はベトナム南部の最優先課題であり、このことがプロジェクトが実施された背景となりました。プロジェクトでは2002年3月の終了にあたって、成果物ともいえる「造林ガイドライン」を作成しました。目下の課題は、このガイドラインに沿って、プロジェクトで開発・蓄積された造林技術を、如何に末端まで普及させるかということであり、それが協力隊の要請へとつながって、2002年12月に私が派遣されることになったのです。

2. 植林樹種について

プロジェクトの研究成果によって、以下のメラルーカ種3樹種、ユーカリ種2樹種がメコンデルタの酸性硫酸塩土壌に対する適応性と、雨季の洪水による水没（湛水：たんすい）に

対して適応力を持っているものとして選抜されています。

試験区におけるこれらの樹種の生育調査の結果は、*Melaleuca cajuputi*、*Melaleuca leucadendra*が湛水に対して最も強い耐性を持ち、次いで*Eucalyptus camaldulensis*と

選 抜 樹 種	産 地
<i>Melaleuca leucadendra</i>	Weipa (Australia), Bensbach (PNG)
<i>Melaleuca viridiflora</i>	Cambridge Gulf, Flying F (Australia)
<i>Melaleuca cajuputi</i>	Long An, An gian (Vietnam)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Kennedy River, Morehead River (Australia)
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Oro Bay, Sirinumu (PNG)

いう結果が出ています。生育に関してはオーストラリア産である*Melaleuca leucadendra*がベトナム産の*Melaleuca cajuputi*よりも活着・生長が良く、また、オーストラリア産メルルーカはベトナム産に比べて、節が少なく真っ直ぐ生長し、植栽後、わずか7～8年で10数メートル（オーストラリアの自生地の結果ですが、この地では10年以下で伐採しているため数十年という高木は見あたらない）にまで樹高が達するため、通直材として利用価値が高く、生産性も高いといわれています。



3．苗木の育苗について

苗木の育苗に関してプロジェクト開始当初、周辺農民のインタビュー、インターネット、既存の苗畑の調査などを通じて情報収集が行われ、その結果、周辺農民によって行われている在来の直播き方法は、*Melaleuca leucadendra*には適していないことが分かったようです。そして、ポット苗、実生苗、挿し木苗による苗木生産試験が行われ、実用可能な苗木生産方法が

提案されました。また、発芽試験及び成長試験を通じて、各樹種についての播種時期、播種量、適切なポットサイズ、土壌混合比などが決定されました。現在は、ポット苗による育苗・生産がメインで、挿し木苗は試験的に行われているといった状況です。

4．ポット苗の生産について

ポットは専用のもではなく一般に売られている5cm×10cm程のビニールを使い、あらかじめ線香やたばこを使って、側面に直径5mm程の穴を4箇所あけておきます。作業員の女性たちがアルミで出来たヘラを使い、ビニールポットに土を入れていきます。

用土には、土、砂、ココナッツ繊維、米ガラが使用され、混合比率は順に、雨季で(2:1:1:1.5)、乾季で(1.5:0.5:2:0.7)という具合です。ココナッツ繊維は土壌混合材料の新たな材料として導入され、結果、発芽期間が短縮され、根の発達が良好になったといいま

す。また、苗木の生産期間が従来の方法に比べ、約30%ほど削減されました。用土の入ったビニールポットは育苗床に運ばれ、きれいに敷き詰められた後、用土が安定するまで、最低1週間はそのまま放置します。

次に播種ですが、普通ポット苗には、ポットに直接播種される方法と、播種床で稚芽を育てからポットに移植される方法があると思いますが、ここでは後者の方法が用いられています。

播種床には、下層にココナツ繊維が約1～2cm敷き詰められます。これは、土中の排水を良好にすると共に、用土の節約にもなります。その上に、熱処理された上記の用土を敷き、播種します。被覆は、寒冷紗とビニールシートを天候により併用しています。播種後1～2週間で発芽がみられ、約25日で稚芽は1～2cmに生長します。

移植されたポット苗は約1週間ほど寒冷紗で覆われ、その後、約2～3ヶ月苗床で管理されます。また、生育途中、苗木が10～15cmに生長した時点で、苗の間隔を約5cm開ける作業



播種床の様子



ポットに移す稚芽の掘取り

を行います。これは、日光条件などを考慮し苗木を健全に育てるためです。こうして、苗木が高さ50cm程になった時点で植栽されます。播種から山出しまで、トータルの時間を考えると、約4ヶ月弱の期間を要しています。

苗畑は、いつも作業員の女性たちで賑やかで、おしゃべりが尽きず、とても楽しい環境です。学校が夏休みの今は子供達も手伝いに来ています。かがんで作業をすることの多い苗畑での作業は、私にとってはきつい作業ですが、普段の家事もかがんで行っているベトナムの女性は、長時間の作業でも卒なくこなしていきます。それにしても、この国の女性は朝から晩まで良く働きます。



5．植林の方法

メコンデルタの農民達は稲作に加えて、盛土を造成し、ヤム芋や野菜、果樹類を栽培しています。盛土は洪水による冠水を避け、側溝は乾季の灌漑水の補給に役立ちますが、さらに土壌中の有害物質を側溝に洗脱するためにも好条件を創り出します。酸性硫酸塩土壌の改良には、石灰施用による中和、牧草播種、施肥などの方法も試されましたが、側溝を掘り帯状に盛土して、雨と洪水によって酸性物質を洗脱する盛土処理が最適だと判断され、この技術が植林に応用されました。つまり、「先人の知恵」を借りたという訳です。また、盛土によってできた無数の水路は、小船で苗を運搬するのも役に立っています。盛土は幅約4m、長さは50m、長いもので100～200mと様々です。基本的に4列の植栽列に、1.5m毎に苗木を植えていきます。盛土は湿地状態なので、棒で簡単に穴を開けることができ、そこに、苗木を入れます。入れた後は埋め戻しもせず、そのままなのですが、しっかりと生育するのですから不思議なものです。逆にこのような悪条件で育てられるからこそ、環境に左右されない強い樹木が生長するのかもしれない。この植林方法は、私の知る限り、他の国に類を見ないベトナムならではの独特の方法であると思います。

植栽は、洪水期(10月)前の8～9月、洪水期後11～2月に行われます。私が配属された当初の1月はまさに植林活動の真っ最中で、毎日手伝いをしていました。水路を飛び越える時に盛土から盛土に飛び移るのですが、ぬかるんだ足元に足を取られ、何度も水路に落ちてしまい女性陣に笑われてしまいました。しかし、言葉が不自由であった当初はこんなことでコミュニケーションが取れていたような気がします。限りなく広がるメコンデルタでの植林は、地平線を見ながら、「ああ、いつになったら終わるのだろう」と途方にくれることもしばしばですが、逆にこの不毛の地に緑を増やすことはとてもやりがいのあることだと自分に言い聞かせ、植林を続けていきたいものです。



エンバンクによる植栽

6．問題点

配属されて半年。まだまだ、ここでの植林活動について十分に把握しきれてなく、また、言葉の障害からまだ確認できていない事も多いと思うので、ここでは私なりに思う問題点や今後の方向について述べたいと思います。

まず、プロジェクト終了後、多くの専門家が指摘した事柄として、メラルーカの供給過剰が懸念されることが挙げられます。現在、メラルーカ植林は建設資材としての需要が多く収益性が高いのですが、将来の見通しは必ずしも明るくはありません。将来、大規模なメラルーカ植林が供給過剰をもたらし、収益性が下がることが予測されるのです。このような、リスクを評価し、対応策を検討するために、メラルーカの建設資材としての市場調査、および

その他の利用加工の可能性を探ることが今後の大きな課題であると思います。

次に挙げられるのが、一般農民への普及です。将来、一般農民への普及を考えた場合、収入の乏しい農民が、多大な労働力と施設整備を基に FSSI V が実行しているポット苗生産と同じ方法で苗を生産できるかは疑問です。よって FSSI V のノウハウを利用し、コストを軽減できる方法などについて検討していかねばならないと思います。

今回、FSSI V のヒエップ所長にスタンプ苗について相談したところ協力してもらうことが出来ました。スタンプ苗は、低コスト・大量生産が可能であり、ポット等を利用することなく路地で苗木を生産する方法です。少しでも農民のコスト軽減に役立てばと思い試験生産を始めるところです。

そして、最後に挙げられるのが、職員による生産試験の意識です。有性繁殖や無性繁殖に関しては、実行する季節によって作業方法などを変えることが必要なのですが、マニュアル化になっていない分野があるため、気候の変化等にも関わらず、毎回、同じ方法で試験を繰り返しています。天候による臨機応変な寒冷紗の使用も行われていません。

また、苗木生産のための気象観測データや育苗のデータも整理されていません。これからは、生産体制が農民に移っていくなかで、育苗に関する気象情報や病害虫の発生状況などの情報提供や防除方法などを指導していく必要があります。

現在、毎日の気象データや挿し木床の温度・湿度の観測を始めました。まだ、どのような形でデータをまとめるかは決めていませんが、こういった地道な作業が、結果的に効率を上げ、無駄なく試験を行うことで農民に対しての指導方法が得られるように思っています。

7. 終わりに

この「メコンデルタ酸性硫酸塩土壌造林技術開発計画」は世界の国々で行われている JICA 植林プロジェクトの中で、成功している 1 つであると思います。また同時に、日本の専門家の方々、ベトナムの専門家の方々の技術・知識がうまく融合され、本当にいい形で「協力」が行われてきたと思います。私が協力隊初代隊員であるにもかかわらず、すんなりと現地に溶け込めたのも、以前、専門家の方々がとてもいい具合で配属先との交流を深めてくれたおかげです。

私はこれから、協力隊であるこの「チャンス」を生かして、いろいろなことにチャレンジしていきたいと思いますが、基本的には、現地の作業員と共に楽しく植林のお手伝いが出来ればそれで十分だと思っています。そして、このメコンデルタの大地に、一本でも多くの樹木を植えられたらいいと思います。



「日中協力林木育種科学技術センター計画」短期専門家報告

関西育種場育種課育種研究室 西山 和美

はじめに

国際協力事業団によるプロジェクト「日中協力林木育種科学技術センター計画」について、選抜育種（DNA分析技術）の短期専門家として2003年4月5日から5月20日まで中国湖北省武漢市に派遣されることになりました。中国湖北省では2001年10月から同プロジェクトが実施され、「循環選抜育種技術の開発」が大課題として掲げられています。同大課題の一環として、初代精英樹の材質・成長量などの諸特性を調査し、得られたデータの解析を行い、現地調査を踏まえて次世代精英樹候補木の選抜が進められていることは同誌第27号の久保田氏により報告されています。しかしながら循環選抜育種をより効果的に行うためには、初代精英樹の成長、材質等の諸特性を把握するだけでなく、既存の精英樹の遺伝的変異を明らかにすることにより、近交弱勢を引き起こす近親交配を防ぎ、次世代化を進めて行くことも重要な課題です。このためには、まず、初代精英樹についてDNA分析技術を用いて個体識別を行い、遺伝情報を得ることが必要です。そこで、今回、DNA分析技術を移転することになりました。

供試材料の「コウヨウザン」とは・・・

「日中協力林木育種科学技術センター計画」ではバビショウ、ポプラ、コウヨウザンを重要な育種対象樹種として取り上げています。今回の派遣では、まず、コウヨウザンを供試材料としてDNA分析技術を用いた個体識別を行うことが目的でした。

コウヨウザンとはスギ科コウヨウザン属に所属している中国原産の常緑高木です。日本では、スギに似ていて、葉が広いことから「広葉杉（コウヨウザン）」と名づけられたそうですが、中国では「杉木」または「沙木」と名づけられています。コウヨウザンは中国南部地方の主要な造林用種苗であり、建築用材等に利用されています。湖北省では、陽新県七峰山林場にコウヨウザンのクローン集植所があり、湖北省で選抜された精英樹に加えて湖南、江西、四川、福建、浙江省から導入された精英樹合計237クローンが植栽されています。これらの237クローンについては採種園が造成され、ここから生産された種子や種子から育てられた苗木は湖北省種苗管理ステーションや他の省へ出荷されています。特に、これら精英樹のうち湖北省内で選抜された精英樹135クローンについては、次代検定林が設定され、成長・材質等の調査が行わ



写真 - 1 陽新県七峰山林場のコウヨウザンクローン集植所

れています。これらの精英樹は湖北省におけるコウヨウザンの育種に重要な役割を果たして行くものと考えられ、適切に個体管理を行っていかねばなりません。

技術移転

現在、DNA分析技術の導入が個体管理に寄与できることは種々の研究で明らかになっています。DNAマーカーは、形態的特徴とは異なり、環境や樹齢に影響されないため、より確実に個体識別を行うことができます。その中でもRAPD法は簡便で比較的低コストで実験可能であり、個体識別やクローン管理に適していると言えます。このため、今回、2人のカウンターパート（管蘭華氏と陳紅林氏）にRAPD分析の実験方法を技術移転しました。2人のカウンターパートは育種に関する知識は十分にあるのですが、実験する機会に恵まれていなかった様子で、実験室にある機器の使用目的を理解していても、実際の使用方法は今ひとつ分からない状態でした。試薬についても乱雑な状態で保存されていました。このため、実験に併せて機器の使用方法や試薬の調整・保存方法などについても指導しました。



写真 - 2 実験室の様子(電気泳動ゲル撮影装置を使用中)

DNA抽出は基本的な方法であるCTAB法を用いて行いました。コウヨウザンのDNA抽出は新芽が良いとの情報を得ていましたが、サンプルを採取した時期（4月中頃）は、ちょうど新芽が芽吹きはじめた頃でした。全部で50個体採取し、DNA抽出を行ったのですが、スギの新芽に比べると比較的粘性も少なかったように感じました。RAPD分析を行うには十分なDNA量を得ることができました。続いて、抽出したDNAを用いてRAPD分析を行いま

した。実験室の遺伝子増幅装置およびゲル撮影装置は共に比較的新しい機材が導入されました。ただし、DNAポリメラーゼやプライマーは適切に保管されていないこともあり、劣化しているものも認められ、今後はきちんと試薬のプロトコルを読んで適切に保管することを指導しました。RAPD分析にはオペロンプライマーを用いるのが一般的ですが、中国では輸入品が手元に届くのに時間がかかることに加え、派遣された頃にはイラク戦争の最中で、試薬の同時携行が難しかったこともあり、実験室に保管されていた上海製の10merのランダムプライマー17個を用いてRAPD分析を行いました。その結果、コウヨウザンの個体識別に有効に利用できそうな5プライマーをスクリーニングしました。コウヨウザンについては、オペロンプライマーを用いたRAPD分析の報告もされているので、今後は既知の情報も利用しながら、効率的に個体識別を行っていくことを指導しました。

実験を円滑に進めるために

実験室に関しては時々断水が起きました。突然、断水が起きるので、製氷機や純水製造装

置が使用できないこともありました。また、電気のブレーカーが切れることも時々ありました。停電に関しては、はじめは「実験室内の機器を複数稼働させてしまった為かな・・・」と考えたのですが、別の実験室と電気の配線が繋がっている部分があるようでした。使用中に停電したり、断水することは機器の故障の原因になる可能性があります。設備的な事なので、早急に改善することは難しいと思いますが、「どの機械を同時に使用するとブレーカーが切れる」など、普段から気を付けて実験を進めて欲しいと思いました。

また、先述したように、中国では輸入品を受け取るまでに時間がかかり、実験が円滑に運ばないことがあり、長期専門家の方々もいろいろとご苦労されている様子でした。特に、冷蔵や冷凍品が受け取られるまでに適切に保管されているかどうかは疑問です。携行機材も同様に、専門家が受け取るまでに時間がかかることが多々あるようです。手続き上の問題もあると思いますが、プロジェクトに必要な物品は、技術移転を円滑に進めるためにも、早期に受け取ることができるように改善されることを願います。

SARS騒動の渦中での派遣

私は今回初めて短期専門家として派遣されました。出発前はイラク戦争の影響もあり、携行機材の手続きも難航していたことに加え、新型肺炎 SARS に関する話題がマスコミでも取り上げられていました。「それだけでなくはじめての派遣で不安なのに、本当にタイミングの悪い時に派遣されたな・・・」と思いました。それでも「SARSの感染率は高くないし、限られた期間の滞在なので、まあ、大丈夫」と思っていました。予約していた飛行機の便が休止になるなどのハプニングもあり、帰国前は飛行機の便が決定するまで落ち着きませんでした。さらに、「帰国後はどうなるのかな・・・」とっていると、帰国後は10日間の就業禁止（職務専念義務を免除）により、職場に復帰できたのは6月からでした。普段なら10日も休めると嬉しい限りですが、どこにも行けず本当に退屈でした。でも、私の家族や友人には本当に心配をかけたみたいで、この間、発症しなくて何よりでした。

滞在期間中は河村嘉一郎専門家をはじめ長期専門家の方々には何かとお心遣いいただき、本当にありがとうございました。おかげさまで、SARS 騒動で混

乱した状況にも関わらず、無事派遣期間を終え、貴重な経験を積むことができました。最後になりましたが、人に教える経験が少ない上に、言葉や文化の違いもあり、戸惑うことも多々あったにも関わらず、カウンターパートの管さんと陳さん、そして実験室のアルバイトの袁さんは一生懸命な態度で研修に取り組んでくれました。これからも3人のご活躍を日本からお祈りしています。



写真 - 3 日中協力林木育種科学技術センターの皆さん

スウェーデンとフィンランドに行ってきました

- 林木の遺伝子組換えについて -

育種部育種工学課遺伝子組換え研究室 谷口 亨

はじめに

2003年6月6日から20日の15日間の日程で大宮泰徳研究員（遺伝子組換え研究室）と二人でスウェーデンとフィンランドに行ってきました。目的は、スウェーデンで開催された国際研究集会“Tree Biotechnology 2003”へ参加して林木遺伝子組換え等の樹木バイオテクノロジーに関する研究の動向を探ることと、林木の遺伝子組換えを行っている研究機関を訪問して林木の遺伝子組換え、特に組換え林木の野外試験地を視察することです。

Tree Biotechnology 2003

ウメオにあるスウェーデン農科大学のウメオプラントサイエンスセンター（UPSC）で、6月7日から12日まで開催されました。約30か国（ヨーロッパ諸国、アメリカ、カナダ、ニュージーランド、オーストラリア、アジア、アフリカ）から300名程が参加した樹木バイオテクノロジーに関する IUFRO（国際森林研究機関連合）主催の国際会議です。10のセッションからなり、口頭とポスターで合計200程度の発表がありました。私はクヌギの遺伝子導入法について、大宮さんはクロロカテコールジオキシナーゼ遺伝子を導入したポプラの解析についてポスター発表を行いました。

多くのセッションで材形成部位やストレス下等での発現遺伝子の大量解析（EST、マイクロアレー）の研究が多数なされ、樹木バイオテクノロジーの分野でも遺伝子の大量解析がブームであることを強く印象づけられました。会議が開催されたUPSCは、ポプラの数万にものぼる遺伝子のDNAチップを作成しているこの分野では非常に先進的な研究機関です。また、遺伝子組換え技術によってリグニン合成を制御した報告も多数見られました。

それらの中で興味を持った発表は、ポプラ（アメリカのノースカロライナ州立大学の Vincent Chiang らの報告）やラジアータマツ（ニュージーランド森林研究所の Wagner らの報告）に対してなされた RNAi 法によるリグニン生合成遺伝子の発現抑制です。以前は遺



写真 - 1 Tree Biotechnology 2003が開催された大学のキャンパス。建物は厳寒期の移動を楽にするために風雪を避ける渡廊下（あるいは地下道）でつながれている。

伝子発現抑制の主流はアンチセンス法でしたが、RNAi 法は1998年に最初に線虫で報告された高度な遺伝子発現抑制法です。樹木でも RNAi 法がアンチセンス法にとってかわる遺伝子のノックダウン法の主流となることは確実です。

一方、私が従事している針葉樹の不定胚に関する発表で一番印象深かったのは、不定胚の凍結保存、不定胚による大量増殖とクローン検定の組み合わせによりテーダマツ、ラジータマツの優良苗を大量に供給するカナダの種苗会社(Cellfor Inc.)の報告です。多数の系統の種子から不定胚を誘導し、各々から再生した植物体について野外でクローン検定を行い、優良クローンを決定する。クローン検定実施中は不定胚をクローン毎に凍結保存し、検定の結果をみて凍結保存されていた優良クローンの不定胚から苗木を大量に生産するという方法です。この発想はこの世界では一般的ですが実際に産業レベルで行うことを初めて聞きました。気になったのは5年間のクローン検定で優良クローンを決定する点です。

スウェーデン農科大学

ウメオを離れ6月13日にウプサラにあるスウェーデン農科大学のDr. David Clapham (Department of Plant Biology and Forest Genetics) を訪ねました。彼は、遺伝子銃によるドイツトウヒ (*Picea abies*) の遺伝子導入法の開発者です。遺伝子導入をおこなう際の重要ポイント、すなわち遺伝子導入のターゲットとなる培養細胞の維持・増殖方法、導入遺伝子の発現を調節するプロモーターの種類について非常に親切に教えてくれました。私が従事している日本の針葉樹の遺伝子導入技術の開発に生かせる示唆が幾つかありました。彼が強調したのは、樹種や系統を絞り込んで研究したほうが良い、不定胚が容易にできる系統が見つければその系統に集中して研究を深めることが得策だということです。同感ですが、それで十分だろうか、すなわち遺伝子組換えでは材質、成長等の性質の良い材料(系統) を選んでその系統に更に優良形質を支配する遺伝子を組換えることが大切であると私は考えています。

遺伝子導入細胞の選抜マーカーとして抗生物質耐性遺伝子が通常使用されます。この抗生物質耐性遺伝子が遺伝子組換え反対の理由の一つとなっています。その解決策として抗生物質耐性遺伝子を使用しない方法、すなわちD - アミノ酸による選抜方法の開発が行われていました。D - アミノ酸は植物にとって毒性があるのでD - アミノ酸分解遺伝子を選抜マーカーとする方法です。スウェーデンでは日本と同じく、組換え林木の野外試験は行われていません。遺伝子組換え植物の栽培を世間に受け入れやすくするためにこのような研究の必要性を感じました。

ヨエンスー大学

6月14日の土曜日はスウェーデンの首都ストックホルムに滞在し、翌日の15日にフィンランドに移動し、16日にヨエンスー大学を訪れました。

Dr. Kaija Keinonem (Department of Biology) からシルバーバーチ (カバノキ属 : *Betula pendula*) の花の形成を遺伝子組換えにより抑制する方法の説明を受けました。バーチはフィンランドの主要な造林樹種の一つであり、育種研究が行われているようです。遺伝子組換えによる有用な品種を実用化するためには、組換え遺伝子の花粉や種子による拡散を防ぎ、組換え林木の環境への影響を減らすことが重要です。花粉や種子を作らないためには花を作らない、あるいは花の形成を途中でやめさせれば良いわけです。そこで彼女たちのグループは遺伝子組換えによる不稔バーチの開発を行っています。その方法は二つあり、概要は以下のようなものです。花形成に関わる遺伝子を逆向きにした遺伝子を導入して花形成遺伝子の発現を抑制する方法 (先に述べたアンチセンス法) と花形成遺伝子の発現調節領域 (プロモーター) に RNA 分解酵素遺伝子をつなげて花形成時期に花形成部位で RNA を分解する方法



写真 - 2 花の形成を抑制したシルバーバーチの組換え体

です。いずれの方法でも花の形成を抑制することができることが温室での栽培試験で確認されました (写真 - 2)。このグループの最大の利点は、材料として1年以内と早い時期に開花するシルバーバーチの変異体にこれらの方法を適用した点でしょう。通常、林木は開花までに長い年月が必要なので、短期間で不稔を確認することはできません。スギはジベレリン処理により短期間で花を着けるので不稔技術の開発に適した材料といえます。

フィンランド森林研究所

6月17日にプンカハルのフィンランド森林研究所を訪問しました。ここでの最大の目的は組換え林木の野外試験地を見ることです。日本には組換え林木の野外試験地は存在しません。Dr. Hely Haggman (Punkaharju Research Station) からの案内により視察した遺伝子組換えシルバーバーチの野外試験地 (写真 - 3) は研究所の敷地内に設定されていました。動物の侵入を防ぐための高さ2メートル程のフェンスで囲まれ、隣には組換え体と同じ樹種が植栽されていました。今まで組換え林木の野外試験地を見たことがないのでごく特殊な試験地と空想していましたが、周囲のフェンス以外は普通の試験地と同じでした。試験期間は5年で、終了後は土壌を掘り返して焼いて殺菌し、試験地および土壌のモニタリングが1年間必要とのことでした。この土壌モニタリングは、大変な作業で組換え林木の野外試験の特殊性はここにあるのだと感じました。導入遺伝子は光合成の際に二酸化炭素の固定に必要とされる酵素 (ルビスコ) の遺伝子で、光合成機能を高めて成長を促進するのが目的です。どのような

結果が得られるか楽しみです。

また、花粉をベクターとするヨーロッパアカマツ(*Pinus sylvestris*)の遺伝子導入方法という私にとっては非常に興味深い情報を得ました。ヨーロッパアカマツは造林用針葉樹として重要な樹種ですが、組織培養による再分化が困難なために遺伝子導入が難しいです。花粉ベクター遺伝子導入法は組織培養を必要としない画期的な遺伝子導入法であり、Dr. Hely Haggmanはこの方法によりヨーロッパアカマツの組換え体を初めて作った研究者です。しかし、現状では遺伝子導入効率がすごく低い(約1.5万分の1)のが問題で、今後の研究の進展に期待しています。



写真 - 3 成長促進を目的とした遺伝子組換えシルバーバーチの野外試験地

ヘルシンキ大学

最後にフィンランドの首都ヘルシンキにあるヘルシンキ大学に18日に訪問し、Dr. Hanna Pasonen (Department of Applied Biology) からの案内により遺伝子組換えシルバーバーチの野外試験地(写真 - 4)を視察しました。前述のフィンランド森林研究所の試験地と同じく周囲のフェンスを除いては通常の試験地と外見上の違いはありません。導入遺伝子はテンサイ(sugar beet)のキチナーゼ遺伝子で、病害抵抗性の付与が目的です。病気の原因となる糸状菌の細胞壁物質キチンをキチナーゼで分解し、病気の進行を抑えるのです。野外試験



写真 - 4 耐病性を目的とした遺伝子組換えシルバーバーチの野外試験地

では、病害抵抗性のほかに成長、生存率、耐凍性を調査します。野外での一成長期後の結果では、さび病(birch rust)に対する抵抗性は向上したが斑点病(leaf spot)抵抗性は向上しなかった、キチナーゼ遺伝子の発現の多い組換え体の成長は非組換え体に劣るということです。野外試験の重要性は、温室栽培では不可能な自然状態で林木を成長させ、期待される形質が安定的に現れるか、導入遺伝子が目的形質以外の形質にどのような影響をおよぼすかを調べる点です。

また、組換え林木の生態系への影響を調べる目的で、組換え体の落葉から土壤微生物への遺伝子の水平移動の有無を調査する野外試験もすぐ隣で行われていました。

おわりに

林木の遺伝子組換え体の開発と実用化のためには、遺伝子導入法の確立、導入遺伝子の探索、組換え遺伝子の花粉や種子による拡散防止のための不稔技術、野外での栽培試験と安全性評価方法の確立が必要と考えられます。今回の出張は、これらに関係する様々なことを見聞きできた貴重な経験です。これらのことを今後の研究に生かし、日本の林木育種で遺伝子組換えを有用な育種手法の一つにしたいと考えています。

6月のスウェーデンとフィンランドで印象に残ったのは、「暗くない夜」、「大小の湖と島の美しさ」、「町には古い立派な建物が多い」ことです。また、樹木の多くは、ヨーロッパアカマツ、ドイツトウヒそしてバーチでした。なかでもヨーロッパアカマツの素晴らしさに感心しました(写真-5)。

今回お世話になった各研究機関の方々や野外試験実施研究機関を紹介していただいた元ヨensuu大学のDr. Tuomas Sopanen にお礼申し上げます。



写真-5 道端で見かけたヨーロッパアカマツ

西表育種技術園だより（13）

Acacia mangium を用いたとり木試験

クローン増殖は林木の育種を進めていく上で、重要な技術として位置づけられます。クローン増殖にはいくつか方法がありますが、その中でとり木は比較的容易でその適応範囲が広いといわれています。本技術園ではアカシア属等の樹種を対象にとり木試験を行っています。今回は *A. mangium* の試験が終了したので、その結果について報告します。

試験は6年生16系統47個体（以下；試験区1）および6年生18系統51個体（以下；試験区2）を対象としました。とり木は試験区1において平成14年10月に1個体当たり1～6処理、総数で111処理、また試験区2において平成15年1月に1個体当たり1～10処理、総数で167処理行いました。なお、試験区1のとり木において、落葉痕から発根が観察されたので、試験区2においては落葉痕が環状剥皮の上端部（枝先側）にくるよう処理しました。処理後は両試験区とも約6ヶ月間にわたり発根（写真）の有無を確認し、発根が確認でき生存しているものについては随時ポットに植栽しました。

試験区1、2における発根数、および平成15年7月におけるポット植栽後の生存数を処理枝、処理個体別に表に示しました。発根率において処理枝、処理個体とも試験区2が試験区1を上回り、試験区間に有意な差が認められました。この差をもたらす要因として、試験区2で行った *A. mangium* の発根部位を考慮した処理方法、もしくはとり木を行った時期が考えられます。今後、発根性に影響する要因を、前述の2つ、および家系・個体間差、処理を行う位置・直径等から解析していく予定です。また、植栽後の生存率は両試験区とも低く、特にポットに植栽してからの期間が長い試験区1では、その傾向が著しいものとなりました。このことから、ポット植栽後の生存率を向上させる技術を併せて試験していく必要があるとおもわれます。



写真 とり木の発根の様子

なお、筆者は前年度から実行された試験を引き継ぎ、取りまとめを行いました。

表．試験区1, 2におけるとり木処理数および発根数，生存数

	試験区1			試験区2		
	処理数	発根数 (%)	生存数 (%)	処理数	発根数 (%)	生存数 (%)
処理枝	111	46 (41%)	22 (22%)	167	96 (58%)	72 (43%)
処理個体	47	25 (53%)	15 (32%)	51	44 (86%)	35 (69%)

括弧内は処理数に対する割合

（西表熱帯林育種技術園 小川 靖）

インフォメーション 熱帯樹

ユーカリの早期着花系統発見

これはオーストラリアの南西部に自生する *Eucalyptus occidentalis* での話です。ふつうのユーカリ類は3～5年で着花し始めますが、今回、5カ所の産地から11の家系を調べた結果、発芽後約7ヶ月で開花し始める系統が発見されました。

さて、これは何に使われるのでしょうか。発見者のオーストラリア連邦科学産業研究機構の研究者によると、遺伝子組み換えに関する研究をスピードアップさせるために探し出したそうです。

現在、遺伝子組み換え植物（作物、食品）がいろいろな分野で話題になっていることはみなさんもお周知のことと思います。遺伝子組み換え植物の開発にあたっては様々な規制があり、安全性が確かめられるまで、隔離された特別な温室や場所などで育てなければなりません。

安全性を確保する方法のひとつとして、遺伝子組み換え植物を花が咲かないようにする方法が考えられています。そうすれば、花粉や種子で組み換え遺伝子が他の生物や外部環境へ流出するのを防ぐことができます。

E. occidentalis では、遺伝子組み換えの技術がすでに開発されています。また、花芽の形成に関する遺伝子の研究は他の植物でさかんになされています。そこから得られた知見と、早期着花系統を利用すれば、花の咲かないユーカリをより早く作り出せることが期待されます。

E. occidentalis で成功すれば、他のユーカリでもうまくいく可能性が高くなります。ユーカリ類は熱帯～亜熱帯（一部では温帯）で重要な造林樹種で、*E. grandis* や *E. globulus* などは世界各地に植林され、チップやパルプ用材などとして利用されています。やがて「遺伝子組み換えパルプ使用」という表示が、本やノートのかたすみに見られる日もくるのかもしれませんが。



写真 *E. urophylla* の花（西表にてParlindugaan T. 氏撮影）

ユーカリの花に「花びら」はなく、キャップ状のもの（ ）が花弁とがく片が合体したもの。糸状のものは雄しべ。右の写真の中心が雌しべ。

（海外技術係 古本 良）

引用文献

ONWOOD 39 - Summer 2002-03

（最新情報は下記アドレスをご覧ください）

<http://www.ffp.csiro.au/publicat/onwood/>

技術情報に関するご意見、ご要望、情報提供等をお待ちしております。

編集 発行：独立行政法人 林木育種センター海外協力部海外協力課
〒319-1301 茨城県多賀郡十王町大字伊師 3809-1
TEL：0293-32-7013
FAX：0293-32-7034
E-mail：ikusyu@nftbc.affrc.go.jp