



海外林木育種技術情報

Overseas Forest Tree Breeding Technical Information

目次

ページ

中国における林木育種協力プロジェクトと今後の課題	1
林木育種センター理事長 田野岡 章	
「日中協力林木育種科学技術センター計画」の延長	3
日中協力林木育種科学技術センター計画 チーフアドバイザー 生方 正俊	
トルコにおける新たな林木育種	7
育種部育種第二課 平岡 裕一郎	
“Think globally, breeding locally” IUFRO会合の参加報告	11
育種部育種第二課 平岡 裕一郎	
国際植物遺伝資源研究所 (IPGRI)の 林木遺伝資源プログラム	14
海外協力課長 中田 博	
中国におけるユーカリ植林の概況と 育種連盟設立の動向について	18
王子製紙株式会社 植林部 遠藤 正俊	
西表熱帯林育種技術園だより (24) 西表島の気象と導入樹種の主な生育状況について	23
西表熱帯林育種技術園長 影 義明	
インフォメーション熱帯樹No.33	30
海外協力部 海外協力課 宮下 祐子	

March 2007

独立行政法人 林木育種センター

Independent Administrative Institution Forest Tree Breeding Center

中国における林木育種協力プロジェクトと 今後の課題

林木育種センター理事長 田野岡 章

平成 18 年 12 月中旬から約 10 日間に渡り、中国の北京、安徽省、湖北省を訪問した。訪問の第一の目的は、過去 10 年間に渡り当センターが携わってきた JICA の「湖北省林木育種計画」と「日中協力林木育種科学技術センター計画」の 2 期にわたるプロジェクトの成果の視察と昨年 10 月より 2 年間延長されたプロジェクトに派遣されている 2 名の長期専門家への激励であった。

中国における育種の取り組みは以前から地域限定的、散発的には実施されていたとのことであるが、今回当センターが携わってきた 2 期のプロジェクトは、湖北省と安徽省において、長期計画に基づいて林木育種事業を体系的、継続的に推進するというもので、本プロジェクトの取り組みは統括性、継続性という点で中国では初めてのものである。

その内容の概略は、第 1 期の「湖北省林木育種計画」では湖北省で主要造林樹種の育種を行うと共に将来的に育種に利用するための遺伝資源を収集・保存する技術基盤を整備することであり、第 2 期の「日中協力林木育種科学技術センター計画」では第 1 期の湖北省の技術レベルの更なる向上と事業化に向けた計画づくりに加え、安徽省のマツノザイセンチュウ抵抗性育種並びに中国南方各省へ育種の普及を行うというものであった。

湖北省での取り組みは、循環選抜育種、病虫害抵抗性育種、導入育種、遺伝資源保存、改良種苗生産、研修訓練と多くの課題に取り組み、それぞれの分野で成果を収めてはいるが、これらが単なる技術移転に終わらないよう、組織的・予算的にも裏打ちされた湖北省林木育種事業計画として体系化し、育種事業の実施まで繋いでいくという困難な課題があった。一方、安徽省のマツノザイセンチュウ抵抗性育種は 1 つの課題であるため、成果が見えやすく、進捗状況も明確である。現在実施中の延長期間での課題は、湖北省では省内各育種区別の実施計画と年度別計画の策定であり、安徽省ではマツノザイセンチュウ抵抗性クローンの検定技術の確立とマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業計画の策定である。

また、両省における人材育成も重要な課題である。延長期間中における日本側の予算と長期専門家派遣人員は大幅に減少するが、今までの成果を生かして効率よく実施すると共に 2 名の長期専門家のがんばりに期待したい。

訪問の第二の目的は、この度の JICA による 2 年間の延長プロジェクトは 2008 年 10 月に終了することから、その後の中国との関係をどのようにするのかをも含め、中国側の意向を確認することである。華中という中国のほぼ真ん中で過去 10 年以上にわたり育種事業

の基盤整備を支援する中で、当センターの多くの職員が中国で生育する樹種等の知見、土地勘、また人脈などについて蓄積を重ねてきた。JICA プロジェクトが終了したからと言って中国との関係が切れてしまうのはいかにも惜しいことから、当センター独自の事業として何らかの繋がりを継続したいと考えている。

具体的なアイデアとしては、①現在実施中のプロジェクトの技術的な支援継続、②湖北・安徽両省に限らず林木育種関連情報の交換、③日中両国に分布する樹種について、遺伝変異や近縁種の分布、また遺伝構造に関する共同研究並びに遺伝資源の交換などが考えられる。これら将来の問題についても、駐在中の2名の長期専門家や今後派遣される短期専門家が検討することは多く、彼らに期待するものは大きい。



湖北省潜江市のポプラ試験地



安徽省マツノザイセンチュウ抵抗性育種センターの抵抗性候補木集植園

「日中協力林木育種科学技術センター計画」の延長

日中協力林木育種科学技術センター計画チーフアドバイザー 生方正俊

1. なぜ延長が必要なのか

JICA（独立行政法人日本国際協力機構）の技術協力プロジェクトである「日中協力林木育種科学技術センター計画」は、中国の湖北省及び安徽省において5年間実施され、選抜育種、病虫害抵抗性育種、導入育種、遺伝資源保存、改良種苗の生産及び研修訓練において当初の目標を上回る成果を上げてきました。湖北省においては、このプロジェクト以前に「湖北省林木育種計画」が行われていますので、合計10年間林木育種プロジェクトが実施されてきたことになります。

林木育種を本当の意味で根付かせ、技術協力の成果を上げるためには、新しい優れた品種を創り出すだけでなく、それを生産し普及させる事業体制を確立する必要があります。今までの湖北省においての技術協力は、林木育種のそれぞれの分野の技術を開発することに主眼がおかれてきたことから、林木育種事業を計画的に推進する体制づくりや人材育成の分野は、まだ確立に至っていません。また、安徽省のマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業では、5年間という限られた技術協力期間で、数々の技術開発を行い抵抗性候補木の選抜完了まで到達しました。しかし、最終的に抵抗性個体を選抜し普及させるためには、クローン増殖技術等のまだ技術開発が必要な課題が残されています。

これらの課題を解決するため、中国側が自主的、自立的に林木育種活動を継続させていくことを前提に、2006年10月18日から2008年10月17日までの2年間、JICAのプロジェクトとして技術協力を継続することが決まりました。

2. 延長の体制

2006年9月14日に日中双方で合意した討議議事録（R/D）において、延長プロジェクトは、「①湖北省林木育種事業計画の実施及び関連の人材育成に関する支援、②安徽省にお



プロジェクトの活動計画が承認された合同調整委員会

けるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業に取り組むこととする。」となっており、今までのプロジェクトに比べ協力の範囲が限定されています。さらに中国側が自主的、自立的に活動を継続することを前提としていることから、日本側の長期専門家は、湖北省の林木育種事業計画担当（業務調整兼任）の河村嘉一郎と安徽省の抵抗性育種担当（チーフアドバイザー兼任）の生方正俊の2名体制です。中国側カウンターパートは、湖北省は若干の減員、安徽省は現状維持で、ほぼ延長以前の体制で臨んでいます。

3. 延長での活動内容

プロジェクトの延長に当たり、プロジェクト目標が、「日中協力林木育種科学技術センターが、林木育種事業を主体的にかつ計画的に実施するために必要な能力を獲得している。」に変更となりました。この目標が達成されたかどうかを判断する指標として以下の3つが掲げられています。

指標1：日中協力林木育種科学技術センター職員に自主的な林木育種事業推進能力が定着する。

指標2：湖北省が主体的に計画的かつ持続的な林木育種事業に取り組み、主要樹種について計画的な育種が行われる見込みがたっている。

指標3：安徽省が主体的に計画的かつ持続的なバビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業に取り組んでいる。



林木育種実施計画の打ち合わせ（湖北省）

また、プロジェクトのアウトプット（成果）及びその指標は以下のとおりです。

1 湖北省林木育種事業計画の計画的な実施に見込みがたつ。

指標 1-1：湖北省林木育種事業計画に基づく各育種区推進計画が策定される。

指標 1-2：湖北省林木育種事業計画に基づく年度別実施計画が策定される。

指標 1-3：湖北省林木育種事業計画を計画的に推進し、実施していく人材が複数名育成される。

2 安徽省においてバビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の計画的な実施に見込みがたつ。

指標 2-1：バビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性クローンの検定技術が確立し、抵抗性クローン確定の見込みがたつ。

指標 2-2：バビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業計画が策定される。



2005 年に設定された現地検定試験地（安徽省全椒県）

これらのことを受けて、プロジェクトが実際に行う活動は、以下の 7 点です。1-1 から 1-4 までの 4 つが湖北省、2-1 から 2-3 までの 3 つが安徽省での活動です。

- 1-1 湖北省林木育種事業計画に基づく、採種園や苗畑等の整備、優良形質木の選抜等、遺伝資源保存林等の設定の各種支援を行う。
- 1-2 湖北省林木育種事業計画に基づく、育種対象樹種、育種目標、育種方法、遺伝資源の保存方法等が明記された各育種区推進計画の策定支援を行う。
- 1-3 湖北省林木育種事業計画に基づく、育種事業、育種研究、その担当者が明記された年度別実施計画の策定支援を行う。
- 1-4 湖北省林木育種事業計画を計画的に実施していくために必要な人材の育成支援を行う。
- 2-1 バビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性候補木のつぎ木増殖及び抵抗性クローンを確定するための検定に関する技術開発を行う。
- 2-2 バビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性候補木の DNA 分析による系統管理技術の開発を行う。
- 2-3 バビショウのマツノザイセンチュウ抵抗性育種についての事業計画策定及び実施体制を確立するための支援を行う。

上記のようなプロジェクト活動と並行して、林木育種事業やプロジェクト活動への理解や関心を高めるため、様々な媒体を活用して広報活動を行っていく考えています。今までプロジェクトに関わってこられた方々のご努力下、我がプロジェクトは数々の大きな成果を上げてきました。しかし、これらの成果が思いの外、外部に伝わっていないのが現状です。外部だけでなく、中国の国家林業局、湖北省林業局、安徽省林業庁等の林業関係者にも案外知られていないようです。林木育種事業の実施体制を確立し、計画的に事業を実施していく上でも、これら林業関係者の理解と支持を得る必要があります。「この樹種については今までこのような成果が出ている」、「このまま進めると〇年後にはさらにこのような成果が期待できる」等をわかりやすくまとめ、「林木育種はこれほど役立つのか」、「林木育

種をすると森林の価値がこれほど大きくなるのか」等々の認識を持ってもらえるような情報を発信していく考えです。

また、林業とは無関係である中国の一般の人々にも、日本と中国とが協力し中国の森林の質的向上を目指してがんばっていることを理解してもらう必要があると思います。さらに、国のお金を使ったプロジェクトですから、日本の一般的な人々に対しても、プロジェクトを進めることによって、中国の森林のためだけでなく、日本を含めた東アジア全体の森林環境のために貢献することを知ってもらう必要があります。

2年後プロジェクトは終了しますが、今まで築き上げた日中両国の林木育種技術協力の実績をさらに発展させるため、今後の協力のあり方について中国側と検討していきたいと考えています。林木育種センターがインドネシア林業省やミャンマー森林局と締結した協力協定等を視野に入れながら、今までの技術協力の継続、遺伝資源等の交換や共同試験の実施、研究情報の交換等、日本と中国に最適な方向性を見いだしていく必要があります。

4. おわりに

以上のように、今後2年間でやるべき仕事は、たくさんあります。湖北省と安徽省という2つのプロジェクトサイトを抱え、日本側専門家2名という状況では限界があります。日本側最大のプロジェクト支援機関である林木育種センターを始め関係機関の全面的なご支援が不可欠と考えます。幸いにも林木育種センター内に、プロジェクトの支援グループが立ち上がったと聞きました。今後とも、短期専門家派遣、本邦研修等の人的支援とともに、プロジェクトの進め方等に関してもさらなるご支援、ご指導をいただければと思っています。

中国で10年間続いたJICAの技術協力プロジェクトは、珍しいと聞きました。さらに2年間の延長ということで、プロジェクトの重要性と成果に対する期待を改めて痛感しています。プロジェクトの延長等についてご尽力いただいた方々に改めてお礼を申し上げますとともに、与えられた使命を遂行する所存でおりますので、今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。



長期専門家2名（潜江市ポプラ試験地）

トルコにおける新たな林木育種

育種部 育種第二課 平岡裕一郎

はじめに

昨年10月、トルコ・アンタルヤで開かれたIUFROの会合に出席しました（本誌 p.11 参照）。その後、会合でもお会いした、トルコの「林木育種センター」にあたる、トルコ環境林業省林木種子・育種研究局（The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding）の Hikmet Ozturk 博士にお願いし、トルコにおける林木育種についての説明と、アンタルヤ近郊の検定林等の案内をしていただきました。案内時の感想などは「林木育種センターだより No.46」に掲載されていますので、ここではトルコにおける林木育種の概要を紹介いたします。

トルコの林業と林木育種

トルコ国土における森林面積は約2,070万ha、そのうち約1,055万haが生産林です。1995年に「国民的植林及び浸食管理法」が發布され、法の施行から2004年末までに約189万haの植林、103億9,400万本の苗木と2,104tの森林用種子が生産されています。また、トルコにおいて、林業のGNPに占める割合は1.7%ですが、自然環境保護や雇用創出に役立っており、経済上も重要な地位を占めています。

トルコにおける林木育種は1972年、当時の林木種子・育種局（The Institute of Forest Tree Seeds and Improvement）によるプラス木の選抜と採種園の造成から始まりましたが、系統だった長期的な育種は行っていませんでした。その後、1994年にスタートした、国家林木育種・種子生産プログラム（National Tree Breeding and Seed Production Programme for Turkey）は、トルコでは初めての本格的な林木育種計画で、フィンランドのエンソ社（Enso Forest Development Oy Ltd）の技術支援の下で作成されました。

林木育種に対する基本的な考え方

トルコにおける林木育種は、他の多くの国で行われているのと同様に、選抜・交配・検定を繰り返し、種内の遺伝的な変異の幅のなかで、よりよい質をもつ、より高い収穫量を目指すものです。ただ、体系的な育種計画の開始が比較的最近であることから、他の国でみられた過去の失敗例や近年生じつつある問題に対処できるような仕組みを構築しようと考えられています。

多くの国の林木育種は、事業の継続性にあまり注意を払わず始められたため、第2世代以降に進めようとする時、育種素材の変異が狭くなりがちで、フィンランドも同様だったようです。そのような場合、育種素材の追加選抜に戻り、より大きな素材集団に基づく育種をしなければならなくなります。トルコではこの失敗を避けるため、十分に大きな集団をはじめから作り、十分な数のプラス木の選抜を実行することを目標に掲げました。

また、循環選抜育種では潜在的育種獲得量が第1世代より非常に高いことや、林業における技術やニーズの変化、そして将来起こりうる気候変化や大気汚染が生むであろう、新

たな需要,これらを見越した長期的な視点をもって計画を進めることが必要です。したがって、林木育種計画は数世代かけて行い、同時に柔軟な育種計画とすべきとしています。イメージとしては、選抜強度が強いと遺伝的な幅が狭くなるため、1) 最新の更新素材をつくるための短期的な扱いの集団と2) 将来世代における組み合わせと選抜のための長期的な扱いの集団が共存する、図1のようなイメージとなります。

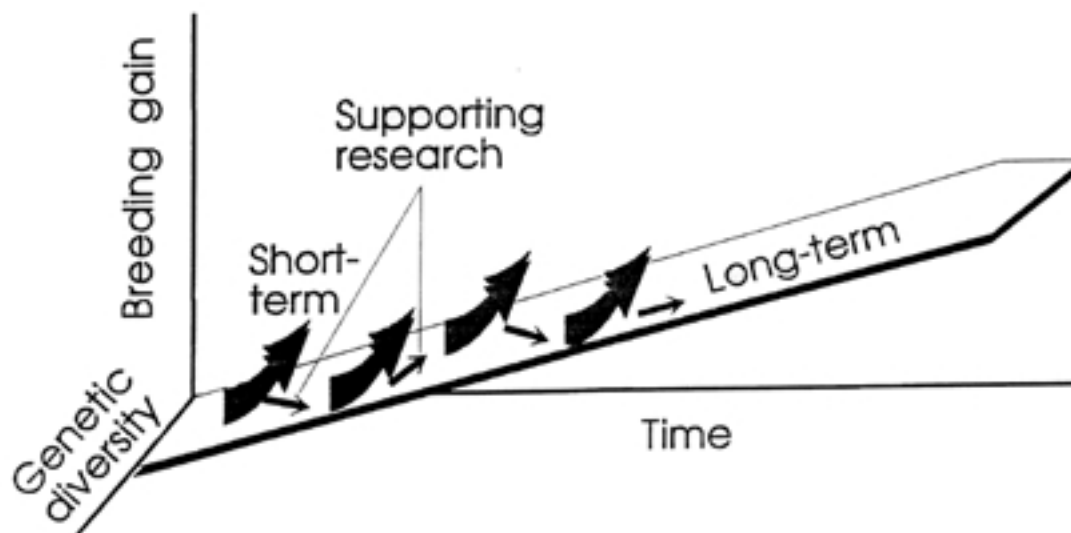


図1 短期的および長期的育種の違い（Koski and Antola (1993) より）

x 軸は時間と世代の経過, y 軸は遺伝的多様性, z 軸は遺伝的獲得量を表す。長く幅の広い矢印は、長期間かけて、遺伝的多様性を保ちながら少しずつ改良していく「長期的育種」を、短く幅の狭い矢印は、様々な時代に異なる育種目標を達成する「短期的育種」を表す。

対象となる樹種と形質

育種の対象とする樹種は、林業樹種のうち、商業価値の高い現地産の樹種を選んでいきます。特に針葉樹が優先されており、重要度は次の3カテゴリーに分けられています。

・主要固有種

経済的に最も重要で、育種を推し進めるべき樹種。育種区域、精英樹選抜、採種園、実生検定が必要。必要な場合は樹種の追加もある。該当するのは次の5樹種。

1) *Pinus nigra*, 2) *Pinus brutia*, 3) *Cedrus libani*, 4) *Pinus sylvestris*, 5) *Fagus orientalis*

・やや重要度が低い固有種

地域限定あるいは経済価値が低い樹種で、選抜・育種にはあまり力を注がない。ただ、将来は経済的に重要となるかもしれないものも含む。例えば化学、医薬産業に用いる *Liquidambar*, *Taxus* や、ナッツ生産のできる *Juglans*, *Corylus* など。

・導入種

育種プログラムには含まない。

これらの樹種について、改良する形質を1) 生存力, 2) 成長率, 3) 質, 4) 遺伝的多様性の維持 の4カテゴリーに分類しています。4) は通常の育種目標とは異なりますが、重

要な項目として含まれています。

1) は物理環境や病気に対する抵抗性, 3) は樹幹形 (通直性, 真円性, 完満度) や材質 (容積密度, 繊維長, 抽出物含量) です。4) は希少種の保存という意味ではなく, 普通に存在する自然集団の遺伝子プールを残すことを目的としています。

また, 主要樹種がそれぞれ生態的特徴や, 用途が異なるため, 主眼をおく育種目標は樹種により変えています。

育種区

トルコは日本の約2倍の面積があり, 地域による環境の差異が大きいです。そのため, やはり育種区の設定が必要となります。主たる育種対象樹種はそれぞれ個別の生態的特性を持つことから, 樹種ごとに育種区が設定されています (図2はその一例)。

育種区は運営上の単位で, すべてのプラス木は育種区単位で採種園を設定し, 検定を行い, 種子移動を行うこととしています。また, 同じ育種区を, 標高 400m ごとに小育種区に分けています。

育種区に必要な条件は, 採種林 (後述) やプラス木の選抜に適した森林が十分にあること, 植林の需要が大きいことが挙げられます。もし育種区内にそのような林分があまりない場合は, 種子生産区域または遺伝子保存区域とするとしています。

なお, 日本は育種基本区ごとに育種場が設けられていますが, トルコは育種区ごとに常駐しておらず, 首都のアンカラから全ての地域に出向かなければならないそうです。非常に大変だと思います。



図2 *Pinus nigra* の育種区 (Koski and Antola (1993) より)

成育適地のトルコ中・西部に7つの育種区を設けている。樹種によりこの境界線の入り方は異なる。

育種素材の選抜と遺伝子保存

プラス木のつぎ木個体で造成される採種園で種子生産が行われる前は, 採種林から種子採取を行います。採種林の条件は, 優れた質をもち, 健全であり, 40 ~ 140 年生位の自然

林分から選ぶとしています。林齢については、このくらいの時期が、林分内にある個体の性質を見極めるのに難しくなく、また種子生産力が旺盛であるためです。

プラス木の選抜は、林分 1ha あたり 1～2 本の優れた個体を選び、また集団遺伝学的な知見などから、育種区ごとに 500 程度のプラス木を選抜します。これらプラス木から成る育種集団を用いて、育種を進めていきます。

また、将来、このような育種集団の多様性が失われる、もしくは育種の目的が変化する場合も考えられるので、追加的に育種素材の補充が可能な自然集団（遺伝子保存林）を残しておく必要があります。このような遺伝子保存林は、最小でも 100ha の面積を持ち、各育種区に最低 1 つは設置する、としています。

採種園と実生検定

選抜されたプラス木を用いて、採種園を造成します。採種園の問題点として、他の国でもしばしば挙げられる外部花粉の混入があります。トルコでは、同一樹種の林分からできるだけ離れたところに造成することや、できるだけ広い採種園とすること（最低 5ha）を条件としています。

採種園、もしくは採種林から得られた種子で実生による検定林を造成します。プラス木は選抜時点では表現型によって選ばれているため、この実生検定林での結果に基づき、遺伝的に優れたプラス木を絞り込み、「1.5 世代」のプラス木から成る採種園とします。そして、検定林における順位づけの結果に基づき、優れた家系の中でも特に優良な個体を選抜し、次世代とします。選抜率は 10% 程度で、各育種区において親となるプラス木は 50 選ぶ計画です。

育種の概要をみて

以上のようなトルコにおける林木育種の概要をみて感じたことをいくつか挙げます。まず、比較的新しい育種計画のため、時代の求める概念が盛り込まれていることについて。遺伝的多様性を維持する方法や環境問題への対応など、これまであった育種計画以上に重視されていると感じました。

そして、将来起こりうる、様々な需要・状況に対応するために、長期的には育種集団の多様性を維持しながら全体の底上げ（遺伝的獲得）を継続し、短期的にいろいろな目的にあった育種を行うという考え方や、各対象樹種の優先順位や目的形質をはっきりさせていること。林木育種には長い時間が必要というのはよく言われることですが、それは時間の流れの中で、どうしてもニーズの変化・多様化などが起こり、目標の軸がぶれてしまう原因にもなりえます。このトルコの育種計画は、そのような林木育種の特長性をよく見据えた上で立てられている、柔軟でありながらしっかりとした軸を持つものと感じました。今後、この計画がどのように実行されていくのか楽しみです。

参考文献

Koski, V. and Antola, J. (1993) National tree breeding and seed production programme for Turkey 1994-2003. Prepared in cooperation with The research Directorate of Forest Tree Seed and Tree Breeding.

“Think globally, breeding locally”

IUFRO 会合の参加報告

育種部 育種第二課 平岡裕一郎

はじめに

昨年 10 月 6 ～ 13 日にトルコの南西部、地中海沿岸の都市アンタルヤで行われた IUFRO Division 2 Joint Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest tree species（少ない投入量による林木育種と遺伝子保存に関する会合）に出席しました。口頭発表数が 40 あまり、ポスター数が 20 あまり、参加者 100 名弱の小さな規模の会合で、1 週間ずっと同じメンバーと同じホテルで会議・宿泊をしたので、参加者同士、深く関わりを持つことができました。参加者は地元のトルコからが最も多く、他にも欧米、アジア、アフリカ、オーストラリアなどから来ていました。

本会合は参加者の発表に基づき、最終日にディスカッションを行い、今後の育種や遺伝子保存に対する提案をするという形式でした。会合の内容を方向付ける基調講演（カリフォルニア大学名誉教授・リビー博士）では、「次の 30 年」と題し、今後の世界的な人口の推移に伴う林産物の需要増大や、気候変動を見据えた育種や森林管理が必要だとしていました。これまで日本国内の問題のみに触れていた私にとっては、早速、地球規模の問題解決の手段としての育種や遺伝資源保存の重要性を意識させられることとなりました。

なお、題名とした“Think globally, breeding locally”（グローバルに考えながら、地域に則した育種をしよう）は、発表者のひとりが使った言葉で、本会合のテーマをよく表している言葉ではないかと思います。

“Low input” とは？

本会合のキーワードである“low input”ですが、様々な解釈が可能と思われます。単にお金をかけない育種か、それとも新しい技術・理論を用いることにより時間と手間を減らすことか。会合では大きく 2 つの解釈に分かれました。

まず、表現型選抜のような、シンプルな選抜法の利点を紹介する発表がいくつか見られました。これらは、これまでの複雑な量的遺伝解析等をせず、測定値の良いものを残していく方法で、選抜強度が緩やかになる分、育種素材の遺伝的多様性を保ちやすいとしていました。また、遺伝子保存においては、現地内保存の有用性が指摘されました。これは、樹木が自然分布域において連続的に環境に適応しているため、今後の環境の変化に対応しやすく、また土壌生物相を含む全ての種が同時に保存され、かつ低コストの手段であるためです。

一方で、単にお金をかけないということではなく、高度な技術を使うことにより、時間や交配・検定の手間が削減できるとの考えに基づく発表が多く見られました。具体的には、組織培養や不定胚を用いた栄養繁殖技術を育種戦略に組み込んだり、集団構造や特定の遺伝子型を見つけるために遺伝マーカーを使う方法などです。遺伝マーカーを用いた方法として、自然交配種子において、マーカーを用いて家系の再構築をするという発表があ



パネルディスカッションの様子

りました（ブリティッシュコロンビア大学・エルカッサビ博士）。この技術は厳密に制御された人工交配をするかわりとなり、育種計画・管理にかかるコストを大幅に削減されています（Breeding Without Breeding: BWB と呼んでいました）。

このように“low input”に対する様々な考えに基づいた発表・意見がありました。これらを踏まえて、本会合は今後の林木育種と遺伝子保存について以下のような提案をしました。

グローバルにみると、今後は保護対象の森林面積の割合を増加させることが、環境問題に対応しうる遺伝子保存の方法であり、それと同時に人工林は減っていくこととなります。よって主要樹種を対象とし、徹底的に管理された人工林で生産を増大させる必要があります。このような視点からは、前述の2つの解釈のうち、後者のような手法を用いた“low input”な育種（ただし、高度な技術を駆使したもの）を行うが必要であるという提案でした。

今後の育種・遺伝子保存のために必要な体制

育種・保存戦略の検討と同時に、周辺環境整備の重要性を訴える発表がいくつか見られました。育種研究現場での重要な項目として、遺伝子素材に関する記録保持と野外植栽地の正確な地図の作成が必要との指摘がありました。当然のことではありますが、長年に渡る検定や新技術の使用を含む将来の研究には欠かせないことだと改めて認識させられました。

育種や遺伝子保存をより成功・発展させるものとして、行政・森林所有者との連携、さらに NGO や企業を巻き込んだ取り組みの重要性を指摘する発表がありました。さらに同一樹種を扱うならば、国家間の協力体制も発展させるべきだとしていました。また、最終日のパネルディスカッションでは、一緒に参加した海外協力部の中田課長やノースカロライナ大学のドボラック博士等が提案した、国境を越えた遺伝子素材の移動の効率的な方法

の必要性も確認されました。

育種計画においては、木材生産増加等に直接関係ない形質、例えば乾燥耐性や病虫耐性などを考え、育種と遺伝子保存目標のバランスを取りながら計画を立てることなどが提言されました。

以上のように様々なテーマを整理した上で、今後、本会合を出発点とし、議論を継続をしていくことが提案され、5日間に渡る会合が締めくくられました。

会合に参加して

いつも参加している学会では、個別の技術や研究結果の発表が一般的なのですが、今回は育種戦略や遺伝資源保存の役割に関する発表が多く、また今後の方向性についての様々な考え方に触れられる良い機会となりました。また、日本での研究は、どうしても国内限定になりがちですが、ヨーロッパや南太平洋をフィールドとした研究や活動は、対象を1国内のみに限定せず、例えば環地中海沿岸地域や南太平洋諸国をひとつの単位と捉えて行われていることも、大変良い刺激になりました。3日目や会合後に参加したツアーでは、トルコ西部の沿岸部から内陸部まで車で移動し、トルコの自然や住んでいる人達の、日本との違いを肌で感じることができました。日本に帰ってきた後の、普段の業務に対する見方や姿勢が少し変化したような気がしています。



ツアーで行ったアスペンドスの円形劇場にて参加者と

国際植物遺伝資源研究所（IPGRI）の 林木遺伝資源プログラム

海外協力課長 中田 博

2006年10月、国際植物遺伝資源研究所（2006年12月より英名を変更し Bioversity International, 旧称:International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)）を訪問した。

主な目的は、①林木遺伝資源プログラム（FTGR）の概要調査、②国境を越えた林木遺伝資源のやり取りの環境整備に関する意見交換、③これらを踏まえた当センターとの協力関係に関する選択肢に関する意見交換である。

Bioversity International は、1974年に IBPGR として発足し、主にバナナやカカオなど、作物の植物遺伝資源の利用と保全を中心に活動してきた。1993年には、リオデジャネイロで開催された地球サミット（UNCED）にあわせ、国際復興開発銀行（IBRD、俗称世界銀行）の強い指導の下で設立された CGIAR（Consultative Group on International Agricultural Research）の傘下に入り、暫時、作物遺伝資源の現地内保存、制度・政策、林木遺伝資源などに活動領域を拡大していった。

（1）林木遺伝資源プログラム（FTGR）の概要

林木遺伝資源プログラムはローマ郊外の Bioversity International 本部を中心に、コロンビア、ベニン、ケニア、シリア、ウズベキスタン、マレーシアに拠点を置き、6名の専門ス



ローマ郊外の国際植物遺伝資源研究所本部

タッフを擁している。かつて、日本政府外務省は CGIAR プロジェクト拠出金により、IPGRI 林木遺伝資源プログラムの一部である中国におけるタケの遺伝資源の利用と保全に関するプロジェクトに拠出していた。現在、IPGRI は、中国林業科学院（北京）と協力して東北アジアの拠点整備を進めており、当センターの協力を望んでいる。

現時点では、林木遺伝資源の利用と保全が中心で、林木育種には取り組んでいない。しかしながら、本部担当の Lex Thomson 博士が林木育種の実務家であることもあり、担当としては、いずれ林木育種に取り組む方向に持って行きたいと考えている。

プログラムの企画・運営には自由度が与えられており、毎年承認を受ける年次活動計画に詳細を規定する形式をとっている。年次計画とともに三年間の業務見通しも提出するが、現時点ではふたつの成果を標榜している：

- 1) 重要樹種の遺伝変異の分析（50 種程度とのこと）；
- 2) これら樹種の保全と持続可能な利用に関する戦略。

このように、プログラムは柔軟で動的であることから、関係機関が関心事項や協力して進めたい事案があれば、可能な範囲でプログラムに組み込むことも可能な模様である。

（２） 国境を越えた林木遺伝資源のやり取りの環境整備に関する意見交換

1980 年代後半、92 年の地球サミット（UNCED）に向けての過程で、資源ナショナリズムが台頭し、種子などの育種用林木遺伝資源の国境を越えたやりとりを取り巻く環境は厳しくなった。近年は、それが更に厳しさを増している。この状況には、我々だけでなく、資源保有国を含む諸外国の関係機関も困っている模様である。ローマ訪問の前段に参加した IUFRO の会合でも、アメリカノースカロライナ大学のホストしている育種組合（CAMCORE）などから、国際環境の改善と、関係国際機関などの貢献を期待する旨の発言が相次いだ。



林木遺伝資源プログラム（FTGR）担当 Lex Thomson 博士

Bioversity International での意見交換では、以下の二つのアプローチを論議した：

1) 長期的取り組みとして、最近合意された「食糧農業のための植物遺伝資源に関する国際協定(International Treaty for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture(ITPGRFA))」に「相互交換取り決め (Mutual Transfer Agreement)」が含まれており、その対象となる種を列挙した付属書 1 に林木を加える交渉を今後推進する(いままでの交渉に IPGRI が専門機関として技術的に貢献してきている)。ちなみにこの協定は俗称 “International Seed Treaty (種子協定)” と呼ばれている；

2) すでに成立している南太平洋諸国間の相互交換方法に関する方法書 (Code of Conduct) の加盟機関外への準用の普及 (IPGRI 林木プログラムコーディネーターが前任地で作った枠組みのため後押しも期待できる模様)、既存の枠組み (APFORGEN など) を通じた交換、推進に貢献しうる既存機関 TEAKNET などの再活性化；などが提言され、いずれも Bioversity International として貢献したい、また、可能な範囲で、次年度の Work Plan に盛り込みたいとの明確な表明があった。

ちなみに、同ローマ出張時に意見交換した国連食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)) でも、TEAKNET や APAFRI (アジア太平洋研究機関協会) などの枠組みを活用することが提言され、FAO としても中立的な立場からまとめ役として貢献したいとの明確な表明があった。

これらを踏まえ、今後、当センターには、Bioversity International の林木遺伝資源プログラム (特に東北アジア地域など) との協力の推進、国境を越えた種子のやり取りに関する国際的な環境の整備、関連業務実施などへの当センター職員の派遣などが協力関係の選択肢として考えられる。

このような取り組みを資金拠出国政府として後押しするため、在イタリア日本大使館国際機関代表部に報告し(担当蔵谷書記官休暇中のため川島書記官対応)、ドナー会合等で、本問題への Bioversity International (や FAO など) の貢献を期待する旨の発言を依頼したところ、基本的に了解のうえ、まずはドナー会合の日程を調べることに、当方より日本政府の公式な立場 (対処方針) とするよう中央官庁と調整するなどの意見交換を行った。

あわせて、同じローマに本部のある FAO においても、情報収集、意見交換などを行った。いままでも、FAO とは、当センター理事長が以前委員会委員を務めるなど、個人的にはつながりがあった。今後は、組織的にも関係を強化し、FAO がリーダーシップを発揮している国際的なデータベースなどにも当センターの成果が反映されるようにしたいと考えている。

現在、2005 年の世界の森林資源調査 (FAO) の人工造林のまとめをしている Jim Carle 氏とは、私は 1991 年に経済閉鎖中だったベトナムのハノイで一緒に仕事をした仲である。15 年ぶりに偶然再会できるとは思っていなかった。

今回の出張で、国際機関は広く情報を集めたり、協力者を探したりするには効率的な出発点であることを、改めて認識した。



写真左：FAO 本部森林資源調査（FRA）造林担当 Jim Carle 氏



写真左：FAO 本部林木遺伝子担当 Oudara Souvannavong 氏



FAO 本部食堂よりのローマ遺跡の景観

中国におけるユーカリ植林の概況と 育種連盟設立の動向について

王子製紙株式会社 植林部 惠州南油林業経済発展有限公司 遠藤正俊
(中国 広東省惠州市演達路9号 華陽大厦 13A 516007)

中国のユーカリ植林概況

中国には1800年代後半にユーカリが公園、鉄道線路脇の緑化の為に持込まれたと言われている。(Xie 2006) 国土の緑化を進める為、さらに2003年に設定された林紙一体化政策において、輸入に頼る部分が多い中国の紙パ産業振興の為に植林、パルプ、紙生産を連結させ、紙パ産業の近代化を図るという政策のもと、華南地区を中心にユーカリ植林が積極的に展開されている。主に福建、広東、広西、海南、雲南、湖南、四川、江西、貴州省等においてユーカリが植林されており、その面積は約170万haと言われている。ユーカリ植林は今後も約10万ha/年のペースで植林を拡大していくと予想されている。

中国のユーカリ植林については、ブラジル、南アのユーカリ植林に比べ幾つかの違いが見られる。第1に、雷州、広西の東門林場、其の他の一部の土地を除き、平坦地植林を少なく、機械耕運が非常に限られている事、第2に、ユーカリ植林における除草剤の使用がまだ少なく、ユーカリ植林向けの土地はNPK全てが不足する土地の場合が多く、平均生産量がブラジルの著名企業植林(皮付き MAI 40 m³/ha/年)に達するのに対し、中国ではその約半分以下と言われている。

中国のユーカリ育種

中国にユーカリが伝わった後、1950-70年代に雷州半島において植林の技術が改良され *E. exerta* × *E. robusta* と信じられる雷林1号が開発された。一方、1980年代初めに豪州の Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) プログラムが広西の東門林場においてユーカリ樹種の導入・育種開発並びに植林管理の試験が行われ、中国においてユーカリ植林を進める上で大きな貢献をした。(Arnold 2005) 東門林場は中国におけるユーカリ育種資源の宝庫であり、*E. urophylla* (650家系)、*E. grandis* (300家系)、*E. tereticornis* (350家系)等が存在する。この育種を経て、植林地の生産性は1960-70年の MAI 4.5m³/ha が2000年以降18m³/haになった。(Xiang 1999)

現在、福建、広東、広西、海南の温暖地のユーカリ植林においては *Eucalyptus grandis* 並びに *E. urophylla* の雑種、もしくはそれぞれの単体、*E. camaldulensis* 等が主流をしめ、その70-80%は挿し木苗だと推定される。近年、組織培養苗も増えてきており、これらの樹種においては挿し木と組織培養苗の価格面での差は1:2程度に縮まってきており、林場、研究機関、苗木生産業者などが苗木販売を行っている。現在、東門林場にて開発された“DH”(東門 Dongmen の雑種 Hybrid という意味)系のクローン5,6種、さらに広西林科院にて開発された“広9”等、さらに以前から使われている耐風性があるといわれる“U6”等が中国南部において広く植えられている。言い換えると、植林地が毎年増えているのに対し、現在植栽しているユーカリクローンは、合計10種程度と限られる上、近年青枯れ病

(*Pseudomona solanacearum*), 焦枯病 (*Cylindrocladium spp.*), 尺蛾科 (*Geometridae*) の蛾による被害が広がっており, 病虫害に対して抵抗力のあるクローンの開発の重要性が増している。



広東省藍塘の3年生 ユーカリ植林地

尺蛾により樹冠の葉が食い尽くされ, 一部が既に枯れている。
この蛾は湿気の高い林地の下層部から広がり, 尾根の樹にはまだ葉が残っている。

一方, 雲南省の一部で *E. globulus* が植えられている他, 福建, 広東, 広西の比較的寒い地域, 湖南などにおいては *E. nitens* 並びに *E. dunnii* 等が導入されているが, これらは挿し木が技術的に難しく, 主に実生苗が使われている。*E. dunnii* については国際的に種子産量が少なく, 中国内においても開花が難しいとされているが, 雲南, 貴州等で少量の結実が確認されており, 種子生産の潜在力はあると考えられる。(Arnold 2007 個人的情報交換)

ユーカリ育種という意味では 80 年代の東門・ACIAR プログラムからクローンが 1990 年代に登場した後, 新しいクローンの開発が十分に進んでいない。(Arnold 2005) 例えば東



東門林場の *E. urophylla* の矮化採取園 10 クローン

樹の上部を切断, 紐で樹を曲げる等して樹高成長を押さえ, 採種しやすいようにしている。
植林間隔は 5 × 5m

門林場においては、新規の雑種交配を継続はしているが、現状のクローンに勝るものがないという状態である。この理由の一つは豪州と東門の共同研究終了後、雑種クローンを作るものになる樹種の次世代育種が遅れている事であろう。尚、一部においてブラジル産の改良品種が導入されたが、土壌条件等がちがう為か、中国では余りよい結果を残していないとの事である。

中国において、次世代育種が遅れ、新しいクローン開発が遅れた理由として、林場、研究機関等をまとめ共同で育種を行うメカニズムが欠けていたことが一つの大きな理由だと考えられる。*E. grandis*, *E. urophylla* 等は挿し木、組織培養を通して簡単に繁殖可能であり、中国では、開発者が新クローンを開発しても、対価がきちんと支払われないまま、他者に大量生産されるという現状である。一方、クローンの開発者も、他者に権利を主張してもあまり意味がないと、対価要求を強く行っていないようにも見える。このような状態では、ある一機関が大規模育種を行うことは難しい。さらに、一部に他者のクローンに新しい名前を付けて転売する機関もあると言われており、全体としてユーカリ育種が十分に進捗していない。

何故育種連盟か

Arnold(2005) は、中国の育種が 20 年以上もの間、次世代育種が進んでいない事を懸念している。そして米国、フロリダの *E. grandis* の自然交配育種プログラムが、低費用、高速度、高効率であったことから (Meskimen 1983)、比較的単純でフォーカスのあるプログラムを参考に、共同で育種を行うメリットを議論した。多様なメンバーが参加している事、運営メンバー並びに技術メンバーが設定されている事、メンバーが予算をサポートする事、メンバーが提供した遺伝資源に対して一定の評価がある事などが育種連盟を成功させる為に重要な要素だとされている。上述のように、ユーカリの場合、育種を行っても他社がその成果を流用する事は非常に容易であり、一社だけで育種を行うメリットは小さく、育種連盟の中国におけるポテンシャルは非常に大きいと言えよう。

2006 年 5 月の中国ユーカリ育種連盟準備会

上記のメリットを念頭に、ユーカリ研究開発センター（以下 ユーカリセンター）が中心となり 06 年 5 月に第一回中国ユーカリ育種連盟発足準備会議をユネスコ世界遺産である湖南省の張家界にて開催し、中国にて植林をすすめる王子製紙株式会社が会議をスポンサーした。中国林業科学研究院の儲副院長を始め、日本の（独）林木育種センター、熱帯林研究所、CSIRO、東門林場、高峰林場、雷州林業局、広西林科院、福建省林科院、海南省林科院、APP、Stora-Enso、Sino-Forest、APRIL、王子製紙並びにその中国植林会社、などの代表が集まって意見交換を行った。

育種連盟の定款ドラフト、連盟構想において、このプログラムは中国ユーカリ育種連盟 (China Eucalypt Breeding Alliance) と名づけられ、中国のユーカリ育種研究者、生産科技術作業者と生産管理者ら自らの意志で構成する全国的な科学研究と位置づけされている。一方、中国林科院並びに中国林学会の管理と監督を受け入れ、協会の策略を制定し、資金使用状況を審査許可等を行う董事会、中期研究計画、年度研究計画、研究報告などを行う技術委員会、協会の日常的な作業を行う執行委員会等が設定される予定となっている。一



2006年5月19日 ユーカリ育種連盟準備会参加者一同

方、育種では、次世代育種改良種、純血種と雑種クローンの開発等を目的としている。尚、育種連盟のメンバー候補が所有する主樹種の遺伝資源のリストを表にまとめた。

ユーカリ育種を関係者が共同にて行う意義について基本的にはほぼ全員の参加者が同意をした。次世代クローン開発の必要性、情報及び資源の共有化による育種の効率化、研究の安定化等によるメリット等が議論された。しかし、この時点では、育種連盟に参加した場合の権利と義務がはっきりしておらず、これでは連盟に賛同出来ないという意見が何回もあった他、一つの連盟で全てのユーカリ樹種、育種目的をカバーするのでは無く、研究プロジェクト毎に参加者を募り、資金を拠出する方法が良いという意見が多かった。

一方、ユーカリに対する社会的評価が厳しくなっており、ユーカリ林が土壤を荒廃させる、水を枯渇させる等の認識が広がっており、この会議の関係者はその多くが誤解だと議論した。例えば、乾燥したユーカリ林の地表にコップ一杯の水をこぼし、その水が土壤に吸い込まれるのを見て、ユーカリ林は土壤を乾燥させると判断した記事もあったと議論された。育種連盟が社会的問題をカバーするべきかどうかについては結論が出なかったが、一般市民の信用度の高い大学並びに研究機関も交えて、ユーカリ植林の誤解を解き、その社会・経済的メリットを人々に伝えてゆく必要が議論された。なお、この会議は一日の日程であり、具体的な育種案、運営案、予算などは次回に持ち越された。

ユーカリ育種連盟 メンバー候補が所有する主要ユーカリ遺伝資源のリスト

樹種	家系数	分布
<i>E. urophylla</i>	952	広東, 広西, 福建
<i>E. grandis</i>	1071	広西, 福建, 湖南
<i>E. tereticornis</i>	536	広東, 広西
<i>E. camaldulensis</i>	316	広東, 広西, 福建
<i>E. dunni</i>	591	広西, 福建, 湖南, 貴州

ユーカリ育種連盟 この後の発展

ユーカリ育種連盟設立に関しては06年10月、南寧にて開催された南方林木育種研究討論会議において継続議論され、06年11月昆明にて開催された中国ユーカリ研究討論会の会議においてユーカリ連盟の董事会メンバー、技術委員会メンバー、執行委員会メンバー等が初歩的に選ばれた。メンバーは、中国林科院、雷州林業局、熱帯林研究所、広西林科院、APP、APRIL、Stora-Enso、Sino-Forest、王子製紙傘下の植林会社（惠州南油林業経済発展有限公司）、東門林場、ユーカリセンター等から抜擢されユーカリセンターが事務方となっている。現状では *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. camaldlensis* などの次世代育種、クローン開発を目指している。育種の改良項目としては成長量増加、木材品質改良を軸に、中国南部の沿海地区では台風に対する抵抗力、青枯れ病抵抗力、乾燥に対する抵抗力を、寒冷地区（注 広西北部、湖南、福建、四川、江西、貴州等）では耐寒性のある品質改良を目指すとしている。この連盟がスムーズにスタートする為には、製紙会社、木材会社、研究機関と育種の目標が異なった機関の間で、連盟の目標、参加機関の義務と権利などがきちんと整理される事が肝要になると考えられる。

ユーカリ育種連盟準備会に賛同した筆者は、中国のユーカリ育種が、中国の社会、経済、環境に貢献出来る事と信じている。同時に、ユーカリに対する社会的批判については、公正な立場で研究され、地元民との会話を通して、ユーカリが本当に非難されるべきもののかの議論をしてもらい、地元民の承認を得る形でユーカリが中国の発展に貢献出来れば良いと考えている。関係者が納得できるスキームが出来ることを前提に、このようなユーカリ育種連盟が早くスタートする事を切望している。

Arnold, R. 2005, Genetic Improvement of plantation eucalyptus in China – benefits and future opportunities through cooperation. Paper discussed China Paper Association's First Pulp and Paper Making Symposium, Haikou, Hainan, 8 to 10 September 2005.

Qi, S. (editor), 2002 China Eucalyptus (in Chinese), Chinese Forestry Publishers, 中国林業出版社, 北京 517p.

Meskimen, G. 1983. Realised gain from breeding *Eucalyptus grandis* in Florida, In: Stanford, R. B. and Ledig, F. T. (eds.) Eucalyptus in California. USDA Forest Service General Technical Report PSW-69.

Xiang Dongyun, W. Zhou, B. Zheng, W. Shen. 1999 Outline of Eucalyptus Tree Improvement in Guangxi, People's Republic of China, Paper Presented on May 18, 1999 ACIAR Project.

Xie, Yaojian 2006 Primary Studies on Sustainable Management Strategy of Eucalyptus Plantation in China. (in Chinese) Xie, Yaojian (Editor 謝耀堅 編集) 2006 世紀初的ユーカリ研究, 中国林業出版社, 北京, 370 p.

西表島の気象と導入樹種の主な 生育状況について

西表熱帯林育種技術園長 影 義 明

はじめに

西表熱帯林育種技術園（以下 技術園）は、1996 年に設置されましたが、それに先だって 93 年から試験植栽地等の造成を進めていました。植栽した樹種は、当時海外で林木育種センターが主体的に関わっている林木育種プロジェクトを技術的に支援するために選定し、当該プロジェクトの対象樹種であるアカシア属とユーカリ属それぞれ 2 樹種を中心に、その他に未解明な樹種特性を明らかにするため 2000 年までに約 140 樹種を導入・収集し植栽しています。これらの植栽木の育成、調査、観察を通じて所期の目的が達成されたことから、2003 年からは新たな樹種等への転換を進めています。本報告では最近の技術園の施設の整備状況、西表島の気象と導入樹種の生育状況、育成管理について概要を紹介します。

1. 技術園施設

西表島は周囲約 130km、面積約 2 万 9 千 ha の島のうち、約 90%が森林に覆われています。昨年 12 月末の人口は 2,319 人、年間約 35 万人の観光客があります。技術園は大原港から北西に約 10km、海岸線からは約 800m に位置し、区域面積は 24.6ha です。

① 実験区 (32 区画 3.33ha・天然林調査区 0.39ha)

技術園内は、連続した平坦面が少ないこと、台風に対する防風・防潮対策が不可欠であること、自然景観への配慮が必要なこと等の施業的制約があるため、広さ約 0.1ha の区画を 32 カ所に分散して配置し、管理道 (1,800m) で連結しています。

実験区は実験作業の効率化と来園者等へのアピール強化のため、町道に隣接する 5 区画では花木、果樹等も植栽した展示ゾーンとし、観光者も自由に散策出来る遊歩道等を整備しています。ゲートを経由した 27 区画では導入樹種を植栽しており、早生樹実験ゾーン、導入産地別の試験ゾーン、最奥部は有用樹と育種材料等の保存ゾーンとしています。また、天然林内では固定調査区を設定し林分構造の変化を調査しています。

② マングローブ保存区 (1.3ha)

古見集落に接する後良川の橋梁から上流約 450m の地点の右岸に、長さ約 200m、幅約 60m の固定調査区を設定し、林分構造の変化を調査しています。

③ 庁舎・育苗園区域 (0.5ha)

2002 年に完成した庁舎では、展示ホールと講義室を利用した指導・普及活動、室内での調査・実験活動を行っています。また、庁舎に隣接するハウス (840m²) の内部は台風など外部要因を受けにくい構造とし、アカシア属 2 樹種・28 系統、144 本を鉢植栽培して計画的な開花調査、人工交配等を進めており、全天候型作業施設、加温順化室等では講義内容に関連した実技指導、クローン増殖調査等を行っています。



鉢植栽培のアカシア属



ハウス内での実技指導

2. 西表島の気象

当地域は海洋性亜熱帯気候に属しており、1971～2000年の大原地区での観測結果と導入樹種の主な生育状況等は次のとおりです。

① 気 温

月別内訳は表－1のとおりで、年平均気温は23.4℃です。7～9月頃の高温期には、北米・南米産等の針葉樹は枝葉の黄変、樹勢衰退が観察されます。また、11月下旬以降では最低気温が20℃以下を示す日が増えて、1～2月では15℃以下も珍しくなく、10℃以

下を観測する事もあります。そのため、この時期には東南アジア南部産の樹種では、葉の変色・落葉、枝先の枯損等の低温ダメージが現われるものの、成熟に至った樹木では3月中旬頃からは新萌芽が伸長し樹勢が回復します。

表－１ 平均気温（℃）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
平 均	18.0	18.2	20.2	22.7	24.9	27.3	28.3	27.9	26.9	25.0	22.2	19.4	23.4
最 高	20.7	21.0	23.1	25.7	28.0	30.0	31.6	31.2	30.2	27.9	25.0	22.1	26.4
極 値	26.8	27.8	29.8	32.2	33.0	34.9	35.7	35.0	33.4	32.1	30.2	28.0	
最 低	15.5	15.7	17.5	20.0	22.3	24.9	25.7	25.2	24.2	22.5	19.9	17.0	20.9
極 値	8.5	11.4	8.5	12.8	19.4	19.1	23.7	23.8	22.0	17.5	15.5	8.1	

② 降水量

月別内訳は表－２のとおりで、年間では2,342mmです。降雨量の変動要因として、5月中旬～6月中旬は梅雨、7月～10月は台風の接近、11月～3月は北東からの季節風に伴うものなどがあり、特に、7月～10月は台風の接近頻度によって降水量が大きく変動するため、乾燥と大雨に伴う表土浸食の対策が必要です。また、乾燥地帯に分布する樹種では土壌の過湿が要因と思われる根系の腐れが発生しています。

表－２ 平均降水量（mm）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
平 均	194	170	157	179	208	177	169	262	239	226	210	153	2,342
1日の 最大値 年(西暦)	126 '91	97 '01	131 '67	152 '86	202 '79	255 '95	252 '68	227 '85	249 '01	292 '94	264 '67	180 '70	

③ 風速・風向

風速と風向の月別内訳は表－３のとおりで、年平均では風速4.3m／s、風向は31%が北東方向です。風向は季節によって変動し、11～2月は北東、3～4月になると南東の風が多く、5月以降は南風になります。北東からの風が多い11～2月は熱帯樹にとっては厳しい低温となる時期でもあり、冷たい季節風は樹勢衰退の原因となるため、幼齡樹等では防風ネット等の配慮が必要となります。

表－３ 平均風速（m／s）と風向

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
風 速	4.9	4.9	4.4	4.0	3.5	4.5	3.5	3.6	3.5	3.5	4.4	4.9	4.3
風 向	NE	NE	NE	S	S	S	S	S	NE	NE	NE	NE	NE
%	44	43	32	28	29	62	41	32	31	47	47	48	31

④ 強 風

成熟した樹木の倒伏、幹折れ等は風速約 40m/s 以上、枝折れや花芽の損傷は風速約 10m/s 以上で発生しています。表－４は最大風速と瞬間最大風速、風速 10m 以上を記録した日数の月別内訳です。6～10 月は台風の来襲期であり、11～3 月は季節風と近海で発生する低気圧の影響による強風が観測されます。このため、植栽時には支柱で苗木を固定し、生育過程では整枝・剪定によって樹木への風圧を軽減したり、花芽調査・交配実験区では防風ネット柵の設置等を行っています。なお、瞬間最大風速値 69.9m は昨年 9 月中旬の台風 13 号において上原地区で観測されています。

表－４ 最大、瞬間最大風速 (m/s) の極値と風速 10m 以上を記録した日数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
最 大	19.0	19.8	20.0	21.0	16.4	30.4	40.0	42.0	35.8	40.2	30.8	20.0	
瞬間最大	28.4	27.7	31.3	31.8	29.0	56.6	61.3	60.6	69.9	64.9	30.8	28.2	69.9
年(西暦)	'97	'95	'94	'93	'90	'03	'96	'82	'06	'94	'81	'72	
10m 以上	9.9	8.5	7.8	5.8	3.5	7.3	3.8	5.6	6	7	8.1	8	81.2



苗木支柱と防風ネット柵を設置した実験園

3. 植栽樹種の選択

技術園設置前後には海外から 112 樹種 283 系統、八重山地域からは研修および展示用として花木、果樹等 29 樹種 93 系統を収集、約 4,100 本を植栽し生育経過を記録しました。2003 年からは、中期計画及び長期的課題に対応する材料を育成するため、生育不良、利用の少ない区域を伐採し、現中期計画で取り組んでいる「アカシア属の交配技術の開発」に必要な多様なアカシア属のほか、世界で造林されている実績上位の早生樹種のうち、西表島で生育の良いオーストラリア、パプアニューギニア、インドネシア等のユーカリ属を新たな供試材料として導入しました^{1),2)}。

1993 年以降の植栽内容は表－5 のとおりです。

表－5 植栽内容

植栽区分 樹種区分	A. 造成植栽 (1993～2000年)			B. 再整備植栽 (2003～2005年)			C. 累計 (A+B)		
	樹種	系統数	本数	樹種	系統数	本数	樹種	系統数	本数
1. Acacia 属	18	96	1257	7	64	565	25	160	1842
2. Eucalyptus 属	36	95	1195	<6>	155	1696	35	250	2891
3. フタバガキ科	14	14	74	4	5	31	18	19	105
4. 針葉樹	15	33	549	1	1	5	16	34	554
5. 有用樹	30	45	721	29	36	173	59	81	894
1-5. 海外から導入計	112	283	3796	41	260	2487	153	544	6286
6. 果樹・花木	19	23	116	15	22	72	34	45	188
7. 国内の樹種	7	9	27	1	5	10	8	14	37
8. 地域の低木等	3	61	186	<1>	17	17	3	78	203
6-8. 八重山で収集計	29	93	329	16	44	99	45	137	428
海外・八重山 合計	141	376	4125	57	304	2586	198	681	6714

注 系統数：種子の産地別 <>：内数

4. 導入樹種の生育状況

導入樹種の中には、天然分布区と当地域の気象の違いから、生育過程では高温期の樹勢衰退、低温期の枝葉ダメージ、過湿による根腐れ等が要因となって生育数が減少する樹種があります。表－6 は導入樹種の天然分布区を³⁾、①東南アジア北部（フィリピン、ベトナム）②同南部（インドネシア、マレーシア、タイ）③オーストラリア・パプアニューギニア④アフリカ⑤北米⑥中米⑦南米⑧インド・ネパール地区に大分し、生存数／導入・植栽数で生存率を求めました。

表－6 導入樹種の生存率（％）

2005.12 現在

天然分布区分 樹種区分	アカシア属	ユーカリ属	フタバガキ科	針葉樹	有用樹	計
東南アジア北部	—	—	100	—	—	100
〃 南部	7	83	48	32	69	67
オーストラリア、パプアニューギニア	64	64	—	—	60	64
アフリカ	34	—	—	—	78	54
北 米	—	—	—	0	—	0
中 米	—	—	—	59	15	39
南 米	0	—	—	33	23	20
インド、ネパール	—	—	—	0	27	14
計	61	71	53	33	55	63%

植栽後は樹種・系統別の生育経過を観察し、2005 年 12 月には地際での直径の測定を行っています。生育経過の概要は次のとおりです。

・アカシア属

アカシア属は 25 樹種を植栽しました。造成初期に植栽したオーストラリア産 18 樹種は冬期の低温ダメージは軽微に推移しますが、自然型仕立区では樹高の伸長とともに強風による倒伏、幹・枝の損傷等により消滅した樹種があります。造成後期（1998 年頃）植栽のアフリカ・サバンナ等乾燥地帯に分布する 7 樹種は植栽後数年で根腐れが進行し消滅しています。

・ユーカリ属

ユーカリ属は、樹種数が約 800 種以上あるとされ、大部分が広大で気象にも幅のあるオーストラリア地域に分布します。技術園では当地域の気象に適応する樹種・系統を探るため、植栽開始同時に 8 樹種・33 系統、1998 年には 23 樹種・48 系統を導入し試験区を設定しました。その後、2005 年 12 月には 31 樹種について生育良好、ほぼ健全、生育不良の区分を試みました。

生育良好とした樹種は年間を通して樹勢が良好で、地際径の大きい、*Eucalyptus camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. deglupta* 等の 10 樹種で、再整備ではこの中から 5 樹種を選定しました。*E. camaldulensis* は強風にも軽微なダメージで推移、植栽後 11 年の平均地際径 24cm は最大で、導入樹種全体でも、別名南洋桐の *Paraserianthes falcataria* に次いでいます。

ほぼ健全な生育とした樹種は地際径が小さく、樹勢が劣る *E. punctata*, *E. tereticornis* 等 8 樹種です。しかし *E. tereticornis* は造林実績が多いので再整備でも導入しています。

生育不良とした *E. nitens*, *E. globulus* 等 13 樹種は、オーストラリアの中でも南緯 35 度以南に自然分布しており、中には、植栽以降樹勢の衰退が継続し 2 年程で消滅した樹種もあります。

・フタバガキ科

1996 年に植栽したマレーシア・サバ産のものは、11 月下旬頃に落葉が始まり 1 月頃には枝先部のダメージも観察されており、経過年数とともに樹勢衰退と枯損が進行しましたが、現在も生育中の 5 樹種・12 本は、冬期の落葉・枝先ダメージを経て気温上昇とともに新梢伸長というサイクルで、強風と潮風にも耐える等逞しい生育を見せてくれています。再整備時に導入したベトナム、フィリピン、タイ産の 4 樹種は、マレーシア産に比べ低温期のダメージは軽微です。



樹齢 11 年の *E. camaldulensis*
(樹高約 16m，地際径 24cm)

・針葉樹

針葉樹は試験地の造成初期に 14 樹種を導入しています，チリ，ブラジル等で多く造林される *Pinus radiata*，*P. taeda*，インド，ヒマラヤ区域に分布する *P. roxburghii* 等は，植栽以降樹勢が弱く 3 年程で全てが枯損に至りました。中米の低海拔地域に分布する *P. caribaea* 類の 3 樹種は年間を通して健全に生育していますが，高海拔地域に分布する *P. oocarpa* は年間を通して樹勢が弱く，現在の地際径は *P. caribaea* 類の半分程度です。タイ国の高海拔域区に分布する *P. kesiya* は夏季に葉が変色します。東南アジア産の *Agatis lorantifolia* は健全な生育を示しています。ブラジル・パラナ州附近に分布する *Araucaria angustifolia* は夏になると枝葉が変色し樹勢も衰退が見られます。最近導入したベトナム産の *P. merksii* は，夏・冬を通して良好な葉色・樹勢ですが，初期成長は他の松類に比べると緩慢です。

・有用樹種

有用樹種は東南アジア北部，北米を除く地域から 55 樹種・55 系統を導入し約 500 本を植栽しました。生育経過では，風当たりの強い区域に植栽した樹種は，台風時の倒伏，冬期の低温，季節風によるダメージで樹勢が衰退しました。現在も生育する 48 樹種は冬期になると枝葉の落葉・変色が観察されています。

5. 育成管理

造成当時からの経過から導入樹種への強風と低温対策として，幼齡木への支柱，防風林と防風ネット柵の整備，樹木への風圧を軽減する断幹，剪定を行ってきました。また，うどんこ病，蝶や蛾の幼虫等の病虫害，シロアリ被害についても有効な対策が必要です。八重山地方で収集した樹種については，地元の経験者等からの助言も得て育成しており，研修員等からも馴染み易い教材として好評を得ています。

おわりに

当地域では，古い時代から熱帯産の果樹・花木等が導入されており，育成過程では栽培方法の改善が行われ，多くの樹種が基幹作物，鑑賞用として定着しています。当技術園ではこれまでの事業で，地域の気象に適応する樹種とその育成法を確認しつつ，長期的な課題に取り組むための整備を進めることができました。これからも熱帯樹等の良好な育成と育種技術の開発に努めるとともに，地元関係機関等からの要請にも適切に対応していきたいと考えています。今後とも皆様のご指導をお願い致します。

引用文献

- 1) 千吉良 治・大塚 次郎 (2006) 西表熱帯林育種技術園に新たに導入した樹種の紹介，第 36 回林木育種研究発表 (H18.11.8)
- 2) 大塚 次郎 (2006) 西表熱帯林育種技術園の試験地の新たな整備について，海外林木育種技術情報 15 (3) 26
- 3) 熱帯樹種の造林特性 第 2 巻，254pp. 国際緑化推進センター
- 4) 同上 第 3 巻，243pp. 国際緑化推進センター
- 5) 熱帯植物要覧，568pp. 熱帯植物研究会編
- 6) GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE PINE OF THE WORLD

インフォメーション熱帯樹

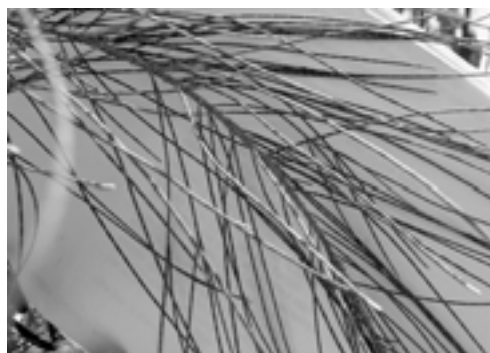
モクマオウ科 トキワギョリュウ *Casuarina equisetifolia* L.

「これ、針葉樹みたいに見えるだろう。でも広葉樹なんだよ。」

トキワギョリュウを初めて見た頃、傍らの上司からそう言われました。確かに、長く細い枝葉はどうみても広葉樹ではなく、スギナに似ているというのが第一印象でした。

スギナ（春になるとつくしが出る）の茎は細長い棒状で、いくつもの節が連なっていて、引っ張ると少し手ごたえがあるものの簡単に節が抜けます。一度引き抜いた茎をもう一度もとどおりに差し込んで、「どこが切れているでしょう、当ててみて」と遊んだことのある方もいるのではないのでしょうか。

今回ご紹介するトキワギョリュウの枝葉も、スギナのように節が連なってできていて、引っ張ると「節」が抜けます。この糸状の葉は枝であり、葉は退化して鱗片状になり、その名残が節についているギザギザ（稜という）として残っているそうです。枝は長く伸びると自重により垂れ下がります。



トキワギョリュウの枝



枝の節



トキワギョリュウはオーストラリアを原産地とし、現在は熱帯・亜熱帯地域を中心に広く分布しています。日本には明治時代または大正時代に持ち込まれたといわれ、特に沖縄県では海岸沿いに植栽されることの多い馴染み深い樹木です。見た目が針葉樹のようなので、各地でオーストラリアマツ、オガサワラマツといった松の名が付けられています。日本でモクマオウと呼ばれているのは、この *Casuarina equisetifolia* と、同じ科の *Casuarina cunninghamia* の2種であることが多く、どちらも移入種です。

主に砂防樹として植林され、木材は薪炭材や柱材として利用されます。現在、モクマオウ科の樹種を造林に用いている国は、東南アジアではタイとフィリピンの2カ国で、造林面積は218,600ha（FAO2000による）ですが、それ以外の国でも街路樹として多く植えられています。

（海外協力課 宮下祐子）

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 茨城県日立市十王町大字伊師3809-1
TEL：0294-39-7013
FAX：0294-39-7034
E-mail：ikusyu@nftbc.affrc.go.jp