



海外林木育種技術情報

Overseas Forest Tree Breeding Technical Information

目次

ページ

育種のアソビと夢	1
独立行政法人林木育種センター 監事 蒲沼 満	
「JICA中国四川省森林造成モデル計画」短期専門家派遣報告	2
北海道育種場遺伝資源管理課 高倉 康造	
ヨーロッパカラマツ(雌)×ニホンカラマツ(雄)=ハイブリッド	6
東北育種場育種課 中田 了五	
「グレート, ワナガマ演習林!!」	10
海外育種研究主幹 山口 和穂	
次世代精英樹候補木の選抜に着手する	14
- 日中協力林木育種科学技術センター計画 - 成長形質育種研究室長 久保田 正裕	
西表育種技術園だより(11)	18
西表熱帯林育種技術園 植木 忠二	
インフォメーション熱帯樹No.20	19
海外技術係 古本 良	

December 2002

育種のアソビと夢

グレープフルーツ

スーパーの果実売場には、近年、多種多様な柑橘類が所狭しと並んでいる。なかでもグレープフルーツは、いつでもどこでも、相当の広さを占めている。かつては（昔の話になるが）、果物屋の柑橘類といえば、温州ミカンと夏ミカン位のものであった。

ものの本によると、グレープフルーツ（*Citrus paradisi* MACF. 以下ではグレープと略称）は、1750 年頃、バルバドス島で見い出され、1823 年に種子でフロリダに持ち込まれた。1880 年代に経済栽培が始まり、世界各国に広がった。世界の柑橘産業では、第 4 位の生産額で、アメリカ・イスラエル・中国などが主産地である。日本には大正 4 年（1915 年）に入ったが気候が合わない、などで栽培は広がらなかったと記述されている。

平成 13 年の日本の輸入量は、生果実で 27 万トン、約 280 億円となっている。

育種は面白い

学生時代、造林学の特別講義で「林木育種」があり、九州大学の佐藤敬二教授の集中講義 2 単位を受けた。隣の農学科には、日本のコオロギ博士といわれた大町文衛教授の育種学 4 単位があり、テキストは田中義磨博士の大冊「育種学」であった。興味があったので両方を履修したが、入省して林木育種に係わるとは夢想だにしない昔の話である。

育種は面白い。夢があり興味が尽きない。それはまた、バーバンクやプラントハンターやルイセンコや「緑の革命」にも連なるからである。

ところで育種の試みは更に面白い。そこで、時々、育種的な試みのアソビをしている。グレープの種子播きもその一つであった。なお、シシトウガラシの家庭での越冬を試み、2 冬こして、3 年生まで育てたり、同じくナスビの越冬を試みて、苦労してようやく成功したりもした。（これについては、林野時報 1991 年 7 月号参。）当時、園芸関係の図書を見ると、一冊を除いては、シシトウもナスビも、いずれも一年生草本と「記述」されていたものである。通説への小さな挑戦・アソビであった。

グレープの結実

さて、昭和 40 年前後から、特に農産物貿易のあり方が問題となり、政治問題となってマスコミを賑わした。外国産柑橘類では、39 年にレモン、46 年にグレープの自由化があり、店頭に並ぶようになった。

最近のグレープは種子が無いが少ないが、当時のものは大小の種子が相当に入っていた。さっそく買って食味すると共に、種子を播き、転居のときその苗木を自宅の裏地に移植した。以来、仲々結実しないので果樹試験場に問い合わせると「柚の大馬鹿 18 年」と同じではないかという。なるほど待ちに待って、20 年目にして大豊作であった。

以来ほぼ隔年で豊凶を繰り返している。ものの本によればグレープは中高木、小高木、大低木等と記述され、日本の気候には合わない、落果する、病気に合う、それで普及しないとある。

しかし私の育てた木は高木に育って、病気にもならず、幼果の落果は少しあるが相当の結実があり、年によっては、遅雪に襲われるが被害はまずない。私見でいえば、この果物についての現在の「記述」も、シシトウ、ナスビと同じように、少し正確さを欠くのではないかという気がしている。成木になっても消えないあの強靱なトゲ（実生の故か）についての記述もない。

とにかく世間の通説、常識への挑戦・アソビは面白い。林木のことではなく恐縮ながら、この温暖な日本のどこかの農山村でグレープの適地を得れば、その地域の振興に寄与し、300 億円近い輸入額をカットできないかとの夢に続く。

21 世紀の先端科学、花形科学は、IT、ナノテク、などと喧伝されている。しかし生物資源分野で、私は「育種」、リグニン化学がそれらに互するものではないか、と夢想しその開花、発展を願っている。



我が家のグレープ

独立行政法人林木育種センタ - 監事
蒲沼 満

「JICA 中国四川省森林造成モデル計画」 短期専門家派遣報告

北海道育種場遺伝資源管理課 高倉康造

○ はじめに

本年 8 月 27 日から 9 月 18 日までの期間，JICA が進めている海外技術協力プロジェクトである「中国四川省森林造成モデル計画」の「涼山州モデル苗畑」及び「昭覚県試験苗畑」を中心とした苗木生産技術に関する短期専門家として派遣されました。

当該プロジェクトについては，既に本誌で，センター本所指導課阿部氏や北海道育種場の育種研究室長星氏らが報告していますので詳細は省きますが，目標は，2000 年度を初年度とする以降 5 ヶ年間に，長江の支流安寧河流域の「西昌市」・「喜徳県」及び「昭覚県」において，地域住民が実施する自立的な造林活動の基盤を形成することであり，この目標達成に向けて，苗畑，造林及び訓練・普及の各分野に長期専門家が配置され，精力的に事業が展開されてきています。

今回，私に与えられた課題は，苗畑分野担当の長期派遣専門家や地元 C/P らとともに，育苗床の土壌環境や種子貯蔵庫などの関係施設と育苗管理法などについて，現地調査を実施し，それらの結果を基に検討・意見交換を行い，現地の実態に応じた育苗技術の向上に貢献することでした。

私自身力量不足であり，現地状況を十分に把握せず訪中しましたので，こうした課題に十分に答えきれたとは思えませんが，調査活動を通じ，一定程度，日中間での技術交流ができたと考えていますので，以下に概要を報告いたします。

1. 苗畑の概況

涼山州モデル苗畑（写真 - 1）は，涼山州の首都西昌の中心街から 7km 北東に進む郊外西昌市にある林業科学研究所内に設置され，昭覚県試験苗畑（写真 - 2）は西昌市中心街から北東方向 65km の標高 3,000 メートル地点に設置されています。

これらの施設は，2000 年度の施設等整備費（モデルインフラ）で建設されたもので，既



写真 - 1 涼山州モデル苗畑



写真 - 2 昭覚県試験苗畑

に、2001 年度から造林用苗木の生産・払出しを行っています。

涼山州モデル苗畑の施業面積は 1.8ha で、昭覚県試験苗畑の施業面積が 1.0ha で、合わせて年間 38 万本程度を生産する設定となっていますが、2002 年度については、両苗畑でトウヒ (*P. jezoensis*)、云南松 (*P. yunnanensis*)、ピラカンサ (*Pyracantha fortuneana*) など 36 種、61 万本と設定基準のおおよそ倍近くを払い出す予定となっています。

2．苗畑の土壌について

両苗畑の土壌を観察したところ、涼山州モデル苗畑の土色は黄褐色状を呈しており、外見上から見た感じでは腐植分は少ないと思われました。

現地の資料によれば、当該苗畑の土壌は、花崗岩を基岩とする粘土を多く含み透水性が不良とのことでしたが、指で触れた感触ではさほど粘りは感じられず、北海道育種場の土壌よりも理学的性は良いと思われました。

ただ、踏みつけても靴底が沈まないの、堅く締まりすぎている感じがしました。

一方、昭覚県試験苗畑土壌環境は、途中の法面の土色が赤褐色状を呈していましたので、苗畑も同じかと想像していましたが、意外にも床の土色は淡黄色でした。

また、土壌に小れきが多く混じり、それが孔げきを作っているためか、踏むと涼山州の苗畑よりは柔らかい感じがしました。

前出現地の資料によれば、当該苗畑の土壌は、酸性を示し、砂分を多く含むことから保水性が劣るとありましたので、涼山州モデル苗畑よりは養分保持力が少ないと思われました。

3．周辺環境について

涼山州モデル苗畑は、灌水、貯水槽、土壌混合など苗木を生産するに必要な施設は充実しており、気候も亜熱帯に近く温暖であり、苗木の生育環境として恵まれています。

一方、昭覚県試験苗畑は、土壌条件が劣悪なことに加え、標高が高いことから、冬季は最低気温がマイナスとなり積雪がないという気象環境下にあり、北海道でいえば根釧地方に類似した気候です。

気象観測データを収集中で、季節ごとの気温の変化は不明ですが、現地の技術者（主任）によれば、苗木が上生長できる期間は四ヶ月程度しかなく、育成中の苗木がしばしば凍害に遭遇するとのことでした。

また、当該苗畑周辺には、寒風を遮る建物や樹林が全くなく、気象害を受けやすい環境であると実感できました。

4．育苗管理について

涼山州モデル苗畑では、山出し（写真 - 3）と、播種床の土壌消毒（写真 - 4）、剪定などの作業が行われており、私が赴いた時点では苗木の大部分が払い出されていました。

昭覚県試験苗畑では、次年度播種用の床を作っていました。

上げ床を作るためにスコップで土を盛っているのを見ると、北海道育種場の床上機のありがたさをひしひしと感じました。

昭覚県試験苗畑と比較すると、涼山州モデル苗畑の施設・設備は充実しており、畑の土

壤と砂に，乾燥させた泥炭や家畜糞を肥料として混ぜる用土配合機械などを見せてもらいましたが，予算が許せば北海道育種場でも導入したいと思いました。

また，両苗畑の苗木を観察したところ，病害葉や虫害痕が殆ど見られないことから，徹底して防除が行われていると感じました。



写真 - 3 山出し作業



写真 - 4 土壌消毒作業

5．調査結果の検討について

現地調査を終えた段階で，長期派遣専門家を交え現地 C/P 及び現場技術者らとの検討会（写真 - 5）の場を設けていただき，両苗畑における管理・育苗方法に関し私なりに感じた4点ほどの問題点を提起しました。

1点目としては，苗畑の規模の割には，育成苗木の量が過大傾向にあり，一定の余裕地（休閑地）がないと，急な作業計画の変更への対応や土壌改良などが実施できないのではないか。2点目としては，ポット苗を掘り出す際そのまま引き抜いているが，これでは根の損傷が多く発生すると思われるので，掘取り前にポット底部と土を刃物で切断（根切り）してはどうか。3点目としては，昭覚県試験苗畑の土壌に対しては，堆肥などの有機質肥料を多く投入すべきでないか。4点目としては，苗木の規格をそろえるための剪定を行っているが，現時点のように冬芽が形成されていない段階（成長期）で行えば苗木に与える負荷が大きくなるのではないか。

これらの点については，現地の長期専門家も同様な問題意識を持っているものもあり，今後の課題として検討したいとのことでした。



写真 - 5 調査結果の検討会

6．育苗技術の交流について

前出検討会ではこのほか，現地 C/P 及び，苗畑の現場技術者らから，苗木を凍害及び冬季乾燥害から予防するための方法，寒冷地帯（昭覚県の苗畑など，気温が低く苗木の

生育期間が短い地域)における施肥, 発芽後の稚苗の成長量に差が生じる理由, 種子を乾燥させる際、貯蔵に適する状態に至ったかを判断する目安, 播種を開始する際の目安となる地温などについての質問を受けました。

このうち, の凍害対策については, 苗床に乾燥した稲ワラを 20cm 程度の厚さに敷き詰め, 床を寒冷紗で覆う方法を試みてはと提案しました。(稲わらは土壌凍結を防止するための保温材であり, 寒冷紗は直射日光による葉からの蒸散作用と寒風を防ぐとの観点から有効と考えた。)

また, の寒冷地苗畑での施肥法については, 北海道育種場の事例として, 苗木の生育期間が短い場合, 養分補給は堆肥を主体とした基肥で賄うべきで, 追肥を行う場合でも速効性のある化学肥料を選択し, 施用時期を遅らせない点に留意すべきと回答しました。

の稚苗の成長に差が生ずる理由については, 種々の原因があり, 特定することは難しいが, 苗床の土壌や日照条件などが均一であれば, 種子自体の特性(充実率・粒重)に問題がなかったかを再検討すべきと提案しました。(アカエゾマツのように相対的に種子が小さい場合, 発芽後の伸長量が少ないという報告もある。)

最後の の種子貯蔵と の播種時期に関しては, 種子の乾燥や貯蔵法あるいは発芽温度は, 樹種や産地によって異なり, 画一的な手法で全てを処理すべきではないが, 北海道育種場では, 種子の乾燥状態を, ア)針葉樹やカバノキ属などの種子は, 日覆状態で風乾しその種子量を測定し変化しなくなった時点, イ)ツリバナ(*Euonymus oxyphyllus*)など湿潤状態での貯蔵が必要な種子では, 果皮などを除去した後指などで触れ, 種皮表面に水分が感じられなくなった時点を経験の目安としている点, の播種作業開始の目安については, 地温ではなく, 最低気温が 5 度を下回らなくなった時期を目安としているなど, 北海道育種場での事例を報告しました。

○ まとめ

「はじめに」の項でも述べましたが, このプロジェクトの目的は「自立的な造林活動を行う基盤を形成する」ということであるため, 500 ha を造林するために必要な苗木を計画的に生産しつつ, 地元農民らが自らの手で育苗ができるようになるための育苗基準づくりにも着手しています。そのため, 苗畑分野では, 種子の貯蔵をはじめとした 20 項目以上の試験に取り組み, かつ, あえて気象条件の厳しい高海拔地の苗畑で育苗していますので, 現地の長期派遣専門家や C/P 及び苗畑の現場技術者らの苦労は並大抵のものではないと感じました。

しかし, こうした課題の重さがあるためかリーダーを中心とする我国派遣の専門家らの組織体制が確立され, 指導・助言が適切に行われている感じがあり, 現地の現場担当技術職員及び C/P 等らの知識・技術レベルも高いと感じられました。

この結果として, 苗畑および造林に関する各種試験のデータも順調に蓄積されてきており, 現在のところ当該プロジェクトは順調に進展しているようです。

派遣期間中に, 北海道育種場での育苗や土壌改良の事例を紹介する機会を与えていただき, 暗渠排水の敷設や家畜糞と稲わら(こうした材料は簡単に入手できるとのこと)を用いた堆肥づくりなどを提言したところ, 現地でも着手したいとのことでしたので, 再度赴く機会があれば, その後の経過を見たいと考えています。

ヨーロッパカラマツ(雌)×ニホンカラマツ(雄) =ハイブリッド

東北育種場育種課 中田了五

はじめに

ヨーロッパにおいてヨーロッパカラマツ (*Larix decidua*) とニホンカラマツ (*L. Kaempferi*) の雑種 F_1 (*Larix x eurolepis*) が成功をおさめているという噂は以前から聞いていました。それについていくつかの参考資料を読んでみて、私が抱いた疑問が、どちらが雌親でどちらが雄親なんだろう? というものでした。きっと私の調べ方が悪いのでしょうが、どこにも書いてありません。何人かの人にも尋ねましたが確実な答えを知っている人はいませんでした。正しい答えを本稿のタイトルにしてみました。

雌雄が逆の場合もないことはないようですが、一般に雑種カラマツといえばヨーロッパカラマツが雌親でニホンカラマツが雄親だということでした。

このことを調べるため(だけではないですが)に 2002 年 9 月中旬の約 1 週間フランスへ行って、Improvement of larch (*Larix* sp.) for better growth, stem form and wood quality というタイトルの学会(以下では Larix 2002 とします)に参加しました。

Larix 2002

この Larix 2002 という学会は EU FAIR CT-3354 と IUFRO Working Party S2.02-07 という二つの国際共同研究組織による学会で、INRA (フランス国立農学研究所) と Cemagref (農業および環境工学研究所) の主催により Dr Luc E. Paques (INRA, Orleans) を中心とする組織委員会によって開催されました。タイトルでも分かる通り、この学会では非常に広範囲に渡る内容の発表がありました。カラマツ属の分類から保護、材質、造林・施業、育種などカラマツ属における様々な問題に対する研究結果が発表されていました。参加者は主にロシアを含むヨーロッパからがほとんどでしたが、北米、中国などからも参加者があって、日本からは秋田県立大学の高田助教授、三重大大学の本佐貫助教授と私の三人が参加しました。

学会が行われた場所はフランス南東部の Gap (ガップ) という町でした(写真 - 1)。Gap は Hautes-Alpes (オートザルプ) 地方の中心地で、非常



写真 - 1 学会会場となった Gap の高台にある城

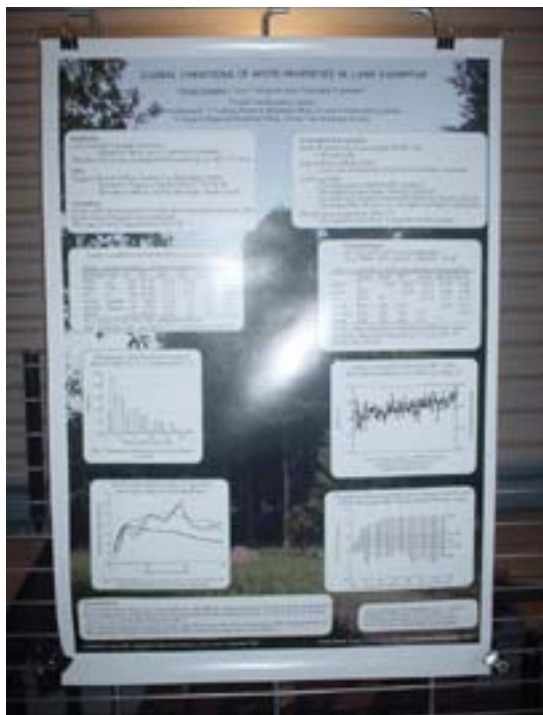


写真 - 2 筆者の発表したポスター

に風光明媚なところです。小さな町なので地図で調べてもなかなか見つからないでしょう。

Gap は Grenoble (グルノーブル) から南へ 100km ほどいったところです。私はポスターで林木育種センター長野増殖保存園のカラマツ育種素材保存園からの材料について材質形質のクローン間変異の発表を行いました(写真 - 2)。

引き続いてエクスカーションが行われました。Gap からスタートしたエクスカーションはフランス南部の山岳地帯(Massif-Central)を東西に横断するようにすすめられました。

Auvergne (オーベルニュ) と Limousin (リムザン) 地方の施業法試験地(主に間伐法)や雑種カラマツの品種、家系、クローンなどの検定林や F_2 の試験地、さらに苗畑や採種園(写真 - 3)までフランスにおけるカラマツの育種について幅広く視察することができました。最後は

Bordeaux (ボルドー) から西へ 150km ほどのところの Gourdon (グルドン) まで 500km におよぶツアーでした。

学会の内容を全て紹介することは不可能なので私が特に関心をもった内容について簡単に紹介します。

日本では雑種カラマツというときグイマツ×ニホンカラマツの F_1 を指します。この雑種では、エゾヤチネズミの食害に対する抵抗性(耐鼠性)がニホンカラマツに比べて遥かに高いために北海道において非常に期待され



写真 - 3 採種園。この写真に写っているのは採種母樹(ヨーロッパカラマツ)のみ。人工交配するので父親(花粉親)は別のところにある。

ています。苗木の生産は雑種採種園からの種子によりますが、この時オープン採種園では得られた種あるいは苗木のうち、どれが雑種かを判定しなくてははいけません。北海道の雑種カラマツではグイマツのみから種をとって撒き付け、苗木の成長によって(グイマツは雑種にくらべて著しく初期成長が悪い)、雑種を判定しているそうです。さてヨーロッパカラマツとニホンカラマツの雑種ではどうでしょうか? こちらでは成長には明確な差はなく、他の形質も非常に似通っています。熟練者がみると見分けることができるそうですが、一般には難しいとされています。実際の種苗生産ではオープン雑種採種園でとれた種子を全て雑種として出荷しているようです。さて実際どのくらいの割合で雑種があるの

でしょうか？ DNA マーカーを使った結果が発表されていました。いくつかの採種園で調べたところ、採種園によって大きくばらつきましたが最大でも 67% しか雑種ではありません。ひどい例になるとたった 2%（ただし通常とは異なりニホンカラマツを母親とした場合）しか雑種がありませんでした。

さてこのようなコンタミネーションの問題があるのでオープン雑種採種園産の種子を用いて苗木を養成するという方法は変革を迫られているようです。地域によっては開花時期がヨーロッパカラマツとニホンカラマツでは異なることもオープンの問題点になります。この問題の解決のために人工交配による確実な雑種種子の生産と、雑種種子から育てた種を採穂台木にして挿し木によって大量増殖を計るという方法の実現のための研究がヨーロッパ全土ですすめられているようです。同時に種子の豊凶に対する解決策にもなります。この手法は北海道の雑種カラマツでもすすめられていますし、他の育種先進地域たとえばニュージーランドのラジアータパインやアメリカ南西部のロブローリーパイン（テダマツ）と同じアプローチです。なお、雑種カラマツのクローン化技術としては、苗木生産には挿し木（発根率 70-80% で得苗率は 50%）、採種園用では接ぎ木（横接ぎで活着率 90%）で行っているとのことでした。また、ヨーロッパの雑種カラマツでは採穂台木は種から数えて 5 年程度は利用できるということでした。

人工交配による雑種の試験の解析結果（分散成分の寄与率）をみると成長では両親が同じ位寄与しているのに対し、樹形では父親（ニホンカラマツ）が、材質形質では母親（ヨーロッパカラマツ）の寄与が大きいという結果が得られていました。一か所の試験林でのたまたまの結果かもしれませんが、非常に興味深い結果でした。

もっとおもしろいことにフランスではニホンカラマツに種がたくさんなっていました。それも 15 年生程度の若齢の普通の造林された個体にです。もちろん個体によって球果の付き方には大きな差がありましたが、情報を集めたところ豊凶の差は激しいということでしたが、今年は凶作ではないにしろ豊作というほどでもないようで、それを考慮にいれると日本における一般造林地および採種園での種のなり方には比べ物にならないくらいたく

さんついていました。日本におけるカラマツ育種の最大の問題は、フランスでなぜ種が付くかを検討することによって道が開けるかもしれません。

筆者にとっては意外だったのですが、フランスは実は林業国で、スウェーデンにはおよびませんが、ドイツより多くフィンランドと同じくらいの 4 千 3 百万 m^3 の丸太を生産しています。森林面積は、国土の 28% にあたる 1 千 5 百万 ha です



写真 - 4 カラマツ材で作られた家

が、カラマツ属に限るとその1%にもみたない12万haしかありません。こうなるとカラマツは一見どうでもいいような樹種に見えますが、フランス南東部のアルプス地方（ヨーロッパカラマツの天然分布域）での牧草地への造林など高海拔地では雑種カラマツの成績が最もよいようです。用材としての性能は高く、特にマツ類に比べると耐久性が高いために建築材として有望です（写真-4）。現在の面積は小さいですが、需要は多いようで、優れた苗木の安定供給が求められています。

フランス以外のヨーロッパ各国でも将来性の高いカラマツ属樹種にたいして関心がよせられているようです。これを受けて現在の研究資金の多くはEUのファンドによって行われているようでした。その中心となっているのがDr Pâquesで、彼のグループは非常に精力的に育種プログラムを進めています。現在のところの課題の一つとして、材質改良をいかに進めていくかということが挙げられてい

ました。その手始めとしてフランスでは生立木の樹幹ヤング係数を測定していました。実はこの測定は日本で開発されて林木育種センターにおいても実際に利用されている技術である「ぶら下がり法」を改良したものでした（写真-5）。遺伝的な選抜によって成長形質や樹形が著しく改良できることは既に明らかですが、より利用価値の高い木材を生産するための材質育種は世界的な流行のようです。筆者の個人的な感想としては木材の寸法変化をもたらす要因の一つである繊維傾斜について詳しく研究すべきだと感じました。フランスでは現在のところこれが問題にはなっていないようですが、写真-4の家の部材では繊維傾斜がしっかり確認できました。



写真-5 生立木樹幹曲げ試験（いわゆるぶら下がり法）の機器

おわりに

Larix 2002は非常に内容の濃い学会で、特にエクスカージョンでは得るものが非常に多く、大変勉強になりました。このような素晴らしい学会を組織されたDr Pâquesはじめ組織委員会のかたがたにこの場を御借りしてお礼申し上げます。実はつい最近、次回は2004年に日本で開催されることになったというニュースが飛び込んできました。大成功に終わった2002年の学会では主として雑種カラマツの試験地を訪ねることができました。ニホンカラマツのふるさとである日本で行われるLarix 2004も世界各地からくる参加者のひとりひとりに満足していただくにはいけません。この学会は多岐にわたる分野について行われる学会ですので、多くの人々の協力で、関係各機関の連携に基づく広範囲なバックアップによってのみ成し遂げられるものだと思います。「カラマツのすべて」についての素晴らしい学会が開かれることを願います。筆者もぜひ参加したいものだと思います。

「グレート，ワナガマ演習林！！」

海外育種研究主幹 山口 和穂

林木育種海外調査で，インドネシアに行かせてもらう機会を得た。2002 年 6 月 28 日から 2 週間で，ジャワ島，スマトラ島，カリマンタン島の主な育種活動の一部を見て，遺伝資源の収集，育種技術情報を収集することが目的である。

この中で，様々な情報を得たが，特に印象に残った部分について書いておきたい。
森林経営という面では

国営企業，民営企業の造林会社がプラス木の選抜，採種園の造成，採種林の設定から採種，苗木生産，植林，保育，伐採，原木の販売，製品の加工販売といった一連の行程をすべて，自前で行っていること。

土地の所有関係と占有，利用権の関係が複雑なために地元住民との協調関係が不可欠であることから，どの企業体も地元住民との関係に心を砕いていること。

以上の 2 点が印象深かった。

また，増殖の関係では特に温室についての考え方が 180 度変わってしまった。

日本では温室は暖かいところで，寒いときに暖めるためのものだと思っていた。これは，実は誤りで，植物にとって気持ちのよい場所であるべきなのである。言われてみれば当然のことだが，「温室」ということばから，涼しい温室を作ること考えられる人はそれほど多くはないだろう。英語では Green House でこちらの方が正しいのである。

インドネシアの greenhouse は外気温よりも 10 度近く涼しいようにできていて，さらに，いざというときにはミスト装置や床に水をまくことで，内部を冷やせるようにできている。熱帯の植物は暑さに対する耐性は持っていると思われるが，密林を構成するフタバガキなどの幼植物の生えている林床では非常に涼しく湿潤な条件が確保されているのが通例である。さし木や発芽の床は比較的涼しくて，湿潤な条件が確保できるようにしてあった。暑いところに温室はいらないが，冷室はいるのである。このような外よりも涼しい環境の中で，人も効率よく作業ができるし，植物もストレス無く，発根することができる。このようなところを使って，フタバガキの 3，4 年生程度の実生からのさし木が事業レベルで可能になった。

また，チークでは低台仕立てで発根性を保っている採種園（インドネシアではヘッジオーチャード Hedge Orchard という (hedge は刈り込みの意味))からの穂を用いて事業レベルでさし木苗も生産している。

しかし，高樹齢のプラス木の材料を用いたさし木は依然困難で，600 本選んだチークから，クローン採種園に入っているのは 118 である。アカシヤマンギウムをつぎ木では，成功例の報告はあるが，再現は難しく，確立した技術はまだ存在しない。

プラス木のクローンをいかに増やすかというのは依然として大きな課題なのである。通常もっとも容易な方法と思われるとり木も，20 m から 30 m 登った木の上の作業を行わなければならない，処理後の管理はほとんど不可能で，せっかくの危険な作業も無駄に

なることが多いということであった。

特に印象深く、認識を新たにしたのはガジャマダ大学のワナガマ演習林で、これについては特に書いておきたい。

一般に JICA の援助を受けている国は人材的にも貧しいように思ってしまうが、そうではなかった。

1969 年に当時林学部長であったウミ (Oemi) 先生は演習林を作る場所を探していたが、適当な場所が無く困っていたところ、ジョグジャカルタに近いワナガマであれば土地が安く手にはいるところがあるという情報を得た。当時この地域は貧困にあえいでいた。ほと



写真 - 1 このように石垣が作られ、平らな場所に苗を植えて山を作ってきた

んどはげ山で、岩だらけになった場所、これは戦争の時にこの地域から石灰岩がとれると言うことで、石を採取するために大きく荒れ果ててしまっていたために農作物はほとんど出来ず、地下水もほとんど枯れてしまった状況で、作物はとれず、食べ物に窮した住民の中には餓死者もでたほどであったという。栄養失調もでて、他の地域からの援助なしには生きてゆけない地域であった。この地域の復興もかねて、一見無謀とも思われるこのようなはげ山に大学の演習林を作る壮大なプロジェクトは開始された。どのような目算が

あったのか、おそらく地域復興の政府援助をも活用しながら開始された。

まず、地域の人たちの手を借りて、食料と引き替えに岩山に岩を積み上げて、石垣を作ることからはじめ、石垣ができると、ここに桑を植える試験を開始した。各地から様々な種類の桑の苗を集め、試験植栽を実施し、土地にあう桑の品種を見つけた。桑が定着するようになって、岩が安定してくるにつれて、徐々に様々な土地にあう樹種を植栽していった。桑は養蚕に利用して、地元の住民に養蚕を指導し、絹を販売させ、生活の糧にしようとともに、山を作るための資金を稼いだ。お金がなければ工夫して自ら稼ぐ手だてを作るというのがウミ先生の持論であり、お金がないから出来ないという言葉はこの先生の辞書には無い。



写真 - 2 元のやげ山が残してあるところ



写真 - 3 地元の人たちのための集会所



写真 - 4 水が無くて困っていた村に泉が湧いた

山づくりは林学部の仕事であり、造林の生きた実例として、土壌を安定させる方法、苗木の植栽法、地ごしらえ、植林、育林、密度管理等について、学生にも地元の住民にも指導しながら、山を作るように計画して実行された。現在でもわざと1つの丘を造林事業を実施する前の状態のまま残してある。また、住民のための集会施設、教育設備、学生や地方からの研修生のための宿舎も当初から用意され、教育研修と山づくりは平行して行われている。

現在では大きいもので30 mに達する多くの種類の樹木が生い茂り、土も立派に形成され、泉が2つ湧き、川の水も澄んで水量も毎年安定化してきている。何よりも大きいのはこの林を中心として周辺の部分は地元解放し、畑として使ってもらっている。地元の住民が協力して育て上げた演習林の緑に守られ、養われて、土が肥え、作物が沢山実るようになった。身をもって畑に木が必要であることを知った住民たちは今ではすべての畑の周りにチークを植えている。地下水位もあがり、この地域にウミ先生が導入した鶏は一種の名物になり、栄養失調に苦しんでいた村人の貴重なタンパク源を供給している。

ガジャマダ大学の林学の関係者はここでは鶏がただでごちそうになれるほど地元の人々に感謝されている。

この実績によりウミ先生はインドネシア政府から1985年に表彰された。

このはげ山を緑によみがえらせた事業はイギリスのチャールズ皇太子の知るところとなり、この場所を訪れて記念植樹をおこなって帰られた。

日本でも江戸時代から現代まで探せばいくつかこのような例は見つかるかもしれないが、これほど劇的な例があるだろうか？驚くべきことは着手する勇気もあるが、計画の緻密さで、当初から、残す場所は後のサンプルとして残し、地域復興の手段と土壌安定をかねて桑を植え、地域住民と研修生の手を借り（喜んで手を貸してもらえ手段を尽くしてある）現在では将来高く売れる高価値樹種の植栽も増やしている。はじめに桑と絹と鶏から、初めて、卵、絹、チーク、紫檀、黒檀、白檀・・・と次々にお金を生み出す宝の山に岩山を変えていっているのである。

教えることよりも教わることの方がきっと大きいような気がする今日この頃である。



写真 - 5 ワナガマ演習林の展望台

岩の上のてっぺんはわざと木を植えないで、見晴台として残してある。足下のような石だらけのところだった。今では見晴台の周りの木が大きくなりすぎて見晴しが良くなってしまった。



写真 - 6 あちこちに案内看板があり、いくつかの散策コースが設けられている。



写真 - 7 演習林内にあるアカシアマンギウムの次代検定林



写真 - 8 チークの次代検定林



**写真 - 9
中央がウミ先生、左は筆者**

ウミ先生はちょうど前日に横浜からジャカルタに寄ってジョグジャカルタに帰ったところだということであった。右はガジヤマダ大学の林学部学生（イギリス留学予定）

次世代精英樹候補木の選抜に着手する

- 日中協力林木育種科学技術センター計画 -

成長形質育種研究室長 久保田正裕

はじめに

2002 年 8 月 25 日から 9 月 21 日まで、国際協力事業団から選抜育種（選抜技術）の短期専門家として中国湖北省武漢市に派遣されました。中国湖北省では、2001 年 10 月から「日中協力林木育種科学技術センター計画」が実施されています。ここでは、派遣期間中の業務内容を中心に概要を報告します。なお、プロジェクトの概要については、すでに本誌第 24 号において宇津木嘉夫チーフアドバイザーが記されていますので、ご参照ください。また、本誌第 26 号では、調査団等でプロジェクトサイトを訪問された田島正啓氏、星比呂志氏、坂本庄生氏による紹介記事もありますので、あわせてお読みください。

派遣の目的

林木育種では、数世代の選抜と交雑を繰り返すことで大きな成果を得る循環選抜育種が広く行われています。「日中協力林木育種科学技術センター計画」においても、技術開発大課題として「循環選抜育種技術の開発」が掲げられ、循環選抜育種をすすめるために精英樹等の検定技術、選抜技術、交配技術の開発が実行されています。これらのなかで、パビショウ、コウヨウザン、ポプラの成長形質についてクローン、家系別に評価して精英樹特性表に供すること、また、データ解析、現地調査を踏まえて次世代精英樹を選抜することが小課題「精英樹、在来品種の特性調査とその評価」、「次世代精英樹の選抜技術」に計画されました。1996 年から 2001 年まで実施された前の「湖北省林木育種計画」期間中も含めて、これまでに次代検定林等の試験地において調査されたデータが蓄積されていることから、これらのデータをもとに優良な家系・クローン、個体の選抜を行うための技術移転が必要となり、派遣されることになりました。今回のテーマは、“選ぶ”です。

対象となった次代検定林

今回の仕事は、次代検定の結果から家系・クローンを評価し優良なものを選抜するということと、家系の情報と個体の測定値を用いて優良な個体を次世代精英樹候補木として選抜することの 2 つに大きく分かります。対象としたのは、パビショウ、コウヨウザン、ポプラの 3 樹種です。作業に先立ち、各樹種における調査データの蓄積状況を把握し、選抜に用いる検定林のデータを選定しました。対象としたのは、以下のような次代検定林です。

パビショウ

パビショウの次代検定林は、太子山林場（京山県）が、1993 年に設定したものです（写真 - 1）。ここには、湖北省内で選抜された精英樹 106 本から採種して養成した苗木が、5 回反復の乱塊法で植栽されています。プロジェクトでは、太子山林場と連携して成長形質の定期調査を行っています。また、太子山林場には、同様の材料を用いた実生採種林もあります。



写真 - 1 バビショウの次代検定林



写真 - 2 ポプラの次代検定林

コウヨウザン

コウヨウザンの次代検定林は、陽新県七峰山林場が、1984年に設定したものです。同場内のクローン採種園において湖北省内で選抜された精英樹 135 クローンから採種して養成した苗木が、10 回反復の乱塊法で植栽されています。プロジェクトでは、バビショウ同様に七峰山林場と連携して定期調査を行っています。

ポプラ

ポプラの次代検定林（クローン試験地）は、前プロジェクトが 2000 年に、潜江市林業科学研究所から用地の提供を受け、同所構内に設定したものです（写真 - 2）。プロジェクト期間中に導入した 526 クローンから、成長がすぐれていた 50 クローンを選抜し、そのさし木苗が 3 回反復の乱塊法で植栽されています。ここでは、成長形質だけでなく、虫害の調査も定期的に行われています。

技術移転

最初は、次代検定の結果による優良家系・クローンの選抜技術についてです。次代検定林データベースをもとに、プロット平均値のデータファイルを作りました。このファイルを用いて分散分析を行い、形質ごとに各家系・クローンの最小 2 乗推定値を求めました。この推定値をもとにして、バビショウとコウヨウザンの成長形質に関する精英樹特性表を作成することができ、優良家系の選抜を試行しました。また、ポプラの次代検定林では、成長形質のほかに、幹曲り、虫害の調査が行われていることから、複数の形質についてクローンを総合評価できる選抜指数を計算してみました。選抜指数を樹高、胸高直径、幹曲りの 3 形質の場合と、樹高、幹曲り、虫害指数の 3 形質の場合、と 2 通り計算し、優良クローンの選抜を試行しました。

2 番目は、家系の情報を用いた次世代精英樹の選抜技術についてです。検定林内の各個体は、表現型（測定値）によって、評価することもできますが、それぞれの個体の環境条件が異なるため、その家系の情報（最小 2 乗推定値）を組み合わせることで、精度の高い選抜を行うことができると考えられます。バビショウとコウヨウザンの次代検定林における個体ごとの測定値を用いて分散分析を行い、各分散成分を求めました。分散成分を用いて、各個体の測定値、先に得られた各家系の最小 2 乗推定値を組み合わせた選抜指数を計



写真 - 3 成長が良く被害も見られなかった
バビショウの精英樹候補木



写真 - 4 虫害痕が多く見られたバビショウ
の精英樹候補木

算しました。得られた選抜指数によって、同じ家系の個体でも順位を付けることができます。この選抜指数を元に、次世代精英樹候補木の選抜を試行しました。また、得られた分散成分からは、狭義の遺伝率等の遺伝パラメーターを推定しました。

最後に、解析に用いたバビショウとポプラの次代検定林において、上位にランクされた家系・クローン、個体が他と比べて優れているかどうか、幹の形態、諸被害等の定期調査対象外の形質に大きな問題点がないかを確認しました。バビショウの次世代精英樹候補木では、成長がよく被害を受けていないもの（写真 - 3）がある一方で、虫害の痕跡が多く見られる等の不適切なもの（写真 - 4）があることがわかりました。

技術移転の今後

ある検定林の分散分析を行ったところ、胸高直径の家系間分散成分が樹高に比べて極めて大きい結果が出ました。すると、カウンターパートの一人がもう一人に「解析前にデータを確認したか、入力ミスがあるのだよ、きっと。」と言いました。確認してみると、7.8cmのところは78cmとなっていました。数年前の日本での研修で会ったときは、すぐには結果に結びつかないデータの点検や管理にはあまり関心がないという印象がありましたが、今回は違いました。前のプロジェクト以来、長期専門家が技術指導を“継続”してこられた賜物だと感じました。

循環選抜育種においても“継続”が最も重要です。解析・予測手法は、日進月歩で、いかに効率的な（獲得量の多い）選抜を行うかということが研究者の関心事の一つとなっています。しかし、どんなに新しい手法で選抜したとしても、そこで終わってしまうと選抜

の効果もそこまでです。今後は、検定林の調査を進め精英樹特性表の充実を図ること、候補木から精英樹を選抜することが必要であり、さらには、選抜した精英樹相互間の交配を実行し、育種集団林を造成する等の次世代化を進めることが重要となります。循環選抜育種では、選抜と交配を繰り返して次の世代へと進めることが不可欠であり、“継続は力なり”です。それに必要な土壌は、これまでの技術移転を通じて出来上がっていると感じられました。将来も、湖北省林木育種センターがこうした育種研究、事業を継続されることにより、その成果は、ますます大きなものになると期待されます。

一緒に仕事をした人々

カウンターパートは、第1育種研究室の張鋭さん、陳紅林さん、とデータベースの管理を担当している第2育種研究室の董梅さんでした（写真-5）。通常業務の忙しい時期にもかかわらず、日中双方のご配慮により日程を調整していただき、張鋭さん、陳紅林さんの二人には滞在期間中毎日の勤務時間に、董梅さんにもほぼ毎日の可能な時間に、技術移転を行うことができました。張鋭さんは、前のプロジェクトからこの業務を担当しており、林木育種に明るい人です。董梅さんは、林木育種にはこれ



写真 - 5 一緒に仕事をした人たち

（左から董梅さん、河村嘉一郎専門家、張鋭さん、陳紅林さん）までかわってきませんでしたが、パソコン、ソフトの操作に詳しく、また、日本語もとても上手で、いつも助けられました。陳紅林さんは、本プロジェクト開始とともに採用されたカウンターパートですが、これまでも種苗管理ステーションに勤務し、実務の経験がある頼もしい人です。3人のカウンターパートは、それぞれに得意分野が異なり、互いに教えあうことでより効率的に技術移転を進めることができました。3人とも家庭を持ち5時以降も忙しいのですが、幾度か晩御飯を一緒にする機会もありました。親交を深めるには、やはり湖北の銘酒“白酒”が不可欠ですが、陳紅林さんの飲みっぷりは、さすがでした。

おわりに

今回の派遣にあたり国際協力事業団森林・自然環境協力部、同派遣支援部、林木育種センター海外協力部の皆様には、大変お世話になりました。また、現地では、宇津木嘉夫チーフアドバイザー、河村嘉一郎専門家をはじめ長期専門家の皆様には、公私ともども大変面倒を見ていただきました。湖北省林木育種センターの徐時学副主任をはじめスタッフの方々には、いろいろと協力いただきました。無事任務を遂行できたのは、ひとえにこれらの方々のおかげです。この場を借りまして厚く御礼申し上げます。

アカシア属採穂園の育成経過

当園には 1996 年にアカシア属とユーカリ属の採穂園が造成され、これまで初期の管理技術について実験が行われてきました。当然そのポイントは“適正な穂木を効率的に生産するための樹型誘導は如何に”です。

今回はカマバアカシア(*Acacia auriculiformis*)について、採穂台木づくりの例を紹介します。

1．断幹作業 採穂台木に誘導するため最初に行う作業が断幹です。この作業は植付けから 2 生長期を経た 1998 年に実施。大方の台木は事後の管理作業などを考慮して地上高 1m の位置（一部は 50cm）で幹を切断しました。

2．萌芽母体の充実 次の段階で必要な作業は、毎年断幹部付近から発生する徒長枝を切込みながら、萌芽母体を水平方向に充実させることです。より多くの萌芽枝を発生させるための基盤づくりで、生育旺盛な春季に実行します。

しかし、この段階では写真 - 2 のように数少ない徒長枝（上向枝）が毎年発生するのみで、穂木として利用価値は低いものです。

3．適正な萌芽枝の発生 庭木剪定では、生育旺盛な時期に実施すれば芽条の発生は少数で長めとなり、それより後期では短小な枝が多くなると言われています。西表島の気象条件下では春季作業の場合、適正な萌芽枝が増加してきません。一方、秋季作業の場合には写真 - 3 のように萌芽枝の形態は大きく変化して、サシ穂として利用しやすいものが 1 台木あたり 40 ～ 50 本程度発生しました。この穂木は高い発根性を有していると認められます（既報 26 号参照）。

4．管理上の留意点 生育が減退する時期の剪定整枝は多くの萌芽枝を発生させる反面、アカシア属の樹種や系統によっては生育不良に陥る場合があります。西表島での 10 月の月平均気温は 25 ですが、11 月には 22 それ以後の冬場には 20 以下となり、萌芽枝の発生や伸長が緩慢となります。したがって、秋季の整枝作業は 9 月下旬から 10 月上旬までに終わることが賢明と考えられます。



写真 - 1 整枝直後の園内（'00 年 7 月）



写真 - 2 整枝直前の園内（'01 年 10 月）



写真 - 3 秋季整枝による萌芽状況

（西表熱帯林育種技術園 植木忠二）

インフォメーション熱帯樹

No. 20

フタバガキ科

フタバガキ科は東南アジア～南アジアを中心に17属約570種が知られています。熱帯林で最も大きく成長し、樹高は60mにも達し、林の骨格にたとえられます。その樹上では独自の生態系が営まれているとされ、熱帯林研究の重要な課題の一つとなっています。

材は主に合板の材料になり、「ラワン」や「メランティ」などの名称で流通します。生態学的にも林業的にも重要な樹種ですが、伐採が進んで少なくなっていました。そのため、増殖が試みられていますが、苗木育成において、これらの樹種には大きな問題が2つあります。それは「種子の確保」と「菌根菌の接種」です。

種子の確保

フタバガキ科は結実の周期が未解明で、しかも種子（写真-1）の保存が非常に困難です。ナラ・カシ類のドングリも保存が難しいとされていますが、それよりもさらにやっかいで、1週間たらずで発芽能力が無くなってしまいます。そのため、木の下で待っておいて、落ちてくる種子を追っかけて拾ってこなくてはだめとまで言われます。これまでは、偶然その年に結実していた種子や山引き苗に頼っていましたが、日本企業等の協力・研究により、さし木増殖が成功し、成果が上がりつつあります。



写真-1 フタバガキ科の種子
「二葉」と命名されたが、羽根が2枚以上の種類も多い。

菌根菌の接種



写真-2 さし木苗に錠剤を接種している様子。

女性が持っている袋に錠剤が入っている。

菌根菌は共生微生物の一種で、植物の根にとりついて栄養分の吸収などを助けます。マメ科やマツ類などの根粒菌が有名です。この菌がないと植物の成長は著しく悪くなります。都内のある植物園では8年前に植えたフタバガキ科の1種が当時のままほとんど成長していない例もあります。マメ科やマツ類などの菌根菌は簡単に空気感染するため、近くに菌のついた株を置くだけでよいのですが、フタバガキ科では樹種毎に菌の種類が異なるうえ、空気感染しないようです。そのため、インドネシアでは菌を培養し、胞子を錠剤にして接種しています（写真-2,3）。

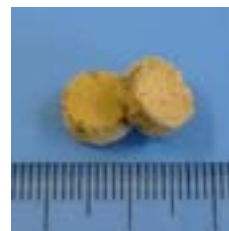


写真-3
菌根菌胞子の錠剤

（海外技術係 古本 良）

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