

ドイツ・フランス林木育種事情調査

(調査期間 平成 22 年 7 月 3 日～16 日)

独立行政法人 森林総合研究所林木育種センター

東北育種場育種課長 星比呂志

九州育種場研究員 大平峰子

1. はじめに

明治以後、日本が主として政策と経営面で規範としたドイツ林業については、近年その生産性の高さに注目が集まっています。さらに、隣国フランスでは、良質な広葉樹材を生産することで有名で、南部には世界で最も面積の広いフランスカイガンショウの人工林が広がっています。今回、2010 年 7 月に、この二国の林木育種事情を調査する機会に恵まれたので、その概要を報告致します。

2. ドイツ

1) ドイツの森林・林業

ドイツは工業の盛んな先進国であり、人件費も高く、また小規模な森林所有者が多数存在しているなど、日本と共通した点が多くみられます。また、森林面積は約 1,100 万 ha と日本の人工林面積とほぼ同じです。しかし、ドイツでは木材生産量が増加しつつあり、2007 年の丸太の生産量は EU 第二位で、76,728 千 m³と日本の4倍以上です。

効率的な林業を支えているのは、成熟した林分と長伐期施業、森林資源調査に基づく計画的な生産、間伐と天然下種更新による植林費用の低減、高密度に張り巡らされた路網、林業用機械の汎用化、森林所有者が製材会社に直接販売する流通システム等が挙げられます。

全森林面積のうち、ドイツトウヒ、ヨーロッパアカマツなどの針葉樹林が 58%を占めますが、近年は広葉樹林への転換あるいは混交林化が進められています。戦後、木材生産を拡大するために針葉樹が植えられたものの、風害

や雪害の発生、さらに 1980 年代に酸性雨被害が甚大化したことによって自然保護への要求が高まり、「自然に近い林業」の導入が推進されたためです。そのため、皆伐を規制して択伐を行う、天然更新を促す、植栽する地域産の種子や在来樹種を使用するなどの施業が行われ、本来のドイツの自然状態の森林、すなわち広葉樹優勢の状態へ誘導しようとしています。なお、天然更新は全更新の 80%を占めています。

2) ドイツの育種

ドイツでは連邦制をとっており、連邦政府はいわゆる「小さな政府」です。そのため、林木育種においても連邦政府の研究機関 (Institute of Forest Genetics、以下 FG。農林水産研究所 Johann Heinrich von Thunen-Institut の一つ) は国際的な研究、技術開発及び州間の調整を行い、実質的な育種事業は州政府の研究機関が行うという体制がとられています。なお、採種園の設定から種苗生産までは州政府と民間会社の双方が実施していますが、採種園の設定・管理は州政府が主体、採種及び育種種苗の生産・販売は民間会社が主体で実施しています。州政府は主として州有林用の種苗を供給し、民間会社は州有林、私有林の双方に種苗を供給しています。

おおまかな育種の流れは、まず産地試験による樹種・産地の選定、次いで樹種内の家系あるいは個体の選抜というオーソドックスなものです。国外からの樹種の導入にも意欲的で、バイエルン州の種子センターでは日本のウダイカンバの種子を入手できないかと相談されま

した。産地試験林及び次代検定林の結果に基づき、種苗配布区域が細かく設定されています。現在はほとんどの樹種で世代促進による育種は行われていないようで、検定済みの第一世代の採種園から種子が供給されています。

例外として、バイオマス生産用のポプラ・ヤナギ類の育種が活発に進められています。ドイツの農林省が出資する FastWOOD という早生樹育種プロジェクトでは、前述した FG のほか、各州の研究機関、大学等が参画しており、中心となってプロジェクトを推進している北西ドイツ森林研究所（Nordwest-Deutsche Forstliche Versuchsanstalt、NW-FVA）で話を伺うことができました。このプロジェクトでは、まずポプラ類の種間交雑を行い、成長・耐霜性が優れた雑種を創出します（写真 1）。



写真 1 ポプラの種間雑種の成長比較

実生群から特に形質の優れた個体を選抜し、畑に直ざししてクローン検定を行います。発根性、再萌芽性、バイオマスの収量、耐霜性及びさび病抵抗性の評価を行い、優良クローンを品種として決定します。交配から 5～6 年で開発が可能であり、最大 18 トン（乾燥重量）／ha・年を収穫できる品種を開発したとのことでした。

3) 普及体制

ドイツでは、品質が高い種苗を生産して森

林全体の生産性を向上するため、Forstvermehrungsgutgesetz（FoVG）という法律を規定し、地域ごとに推奨される品種を 28 の樹種ごとに示しています。ここで育種種苗は以下の 3 カテゴリーに分類されます；

tested: 後代検定試験で優れた成績を示す親から供給されたもの

qualified: 精英樹から構成される採種園から供給されたもの

selected: 野外において優れた表現型を示す親から供給されたもの

販売される種苗がいずれのカテゴリーに属するのか、またどの採種源から供給されているかは、販売される種苗のカタログ上で明記されています。しかし、カテゴリーによって種苗の価格はほとんど変わりません。また、ある研究者は「育種された種苗の価値が造林者に理解されず、なかなか利用されない」と嘆いていました。このことは、特に天然更新が主に行われる樹種において顕著であるとのことでした。

3. フランス

1) フランスの森林・林業

国土面積 5,501 万 ha のうち、28% の 1,555 万 ha が森林であり、このうち 60% が広葉樹林、35% が針葉樹林で占められています。木材生産量は EU 第三位ですが（2007 年）、用材の比率は 47% と低く、薪炭用材等の比率が 53% と高いのが特徴です。

フランスでは、ナラ・ブナ類の広葉樹林が平地を中心として広範に形成されています。これらの森林では大木が散在し、皆伐一斉造林は部分的・局所的で、小面積皆伐や天然更新が行われています。また、東部地域では異齡林が多く、単木択伐に近い択伐施業が行われています。広葉樹の伐期は長く、200～250 年です。また、人工林・天然林という概念がなく、ほぼ全ての森林は何千年も人の手が入っている「準天然林」とであるとされています。

一方、針葉樹の面積は約 35%と少ないのですが、木材生産量の 67%を占めます。全樹種で最も多く植栽されているのはフランスカイガンショウ、次いでダグラスファーです。この両樹種に対しては育種が盛んに行われています。フランスカイガンショウの造林は広葉樹のそれとは異なり、伐期が短く(アキテーヌ地方で 35~40 年)、育種種苗を用いた一斉造林が行われています。

2) フランスの育種

フランスは一極集中型の政治体制をとっており、林木育種に関する研究及び事業は、全て国の研究機関である INRA (l'institut National de la Recherche Agronomique) が実施しています。INRA は公的な研究機関として 1946 年に設立され、林業だけでなく農業、食料、栄養、環境、土壌等の研究を運営する研究機関です。この機関には 21 の支部があり、そのうち林木育種に携わっているのはオルレアン、ボルドー・アキテーヌ及びアビニヨンの 3 カ所です。3 カ所で樹種が重ならないよう分担し、オルレアンが林木育種全体の統括を行っています。

INRA オルレアンはパリの約 130km 南西に位置します。ここではダグラスファー、カラマツ属、ヨーロッパアカマツ、セイヨウトネリコ、セイヨウミザクラ、ポプラ・ヤナギ類の育種が行われています。セイヨウトネリコ、セイヨウミザクラでは、ヨーロッパ各地の林分から表現型に優れた個体が集められ、次代検定林によって評価が行われています。セイヨウトネリコでは、フランス内で 29 の検定林が設定され、580 の自然受粉家系が植栽されています。優れた形質を示した個体は採種園で増殖され、野外に植栽されます。セイヨウミザクラでは天然林が希少なものになりつつあるため、木材生産及び果樹用の家系を DNA マーカーで同定し、花粉あるいは種子が天然の林分の遺伝的構造に影響を与えないようにモニタリングが実施されています。

ダグラスファーは国外から導入されています。北アメリカ・カナダの西海岸で育種された種子を用いて 1985 年までに 15 カ国、108 カ所の産地試験が行われました。1985 年以降は、ベルギー、スペイン、フランス、ドイツ、イタリア及びイギリスがプロジェクトを実施し、約 1000 家系の育種集団を検定林ネットワークで評価し、600 クローンを選抜する予定です。また、後代検定により一般組み合わせ能力を推定し、採種園を構成するクローンから 200 クローンの選抜も計画されています。なお、これらの選抜の際に、できるだけ短期間で選抜を行うため、農場用地で 2-6 年の検定と林地での 11 年の成長を比較しています。その結果、家系のランキングの相関係数が平均 0.6 程度であることが明らかになっています。

ドイツ同様、ポプラ・ヤナギ類の育種も盛んです。写真-2 は、さび病菌の 6 種類のレースを接種して、抵抗性の検定を行っているところです。イタリア及びベルギーと共同でプロジェクトを進め、2009 年にはポプラ 2 種の全ゲノム解析を完了し、遺伝子組み換えポプラを作出するなど、先進的な取り組みもなされています。



写真-2 さび病菌抵抗性の検定

フランス南部に位置する INRA ボルドー・アキテーヌには、古くからフランスカイガンショウの育種を実践しているピエロトン研究支所があります。ワインで有名なこの地方に広がるランド平原は、18 世紀末に着手された排水事業

によって人工的に森林化された土地です。現在は貧栄養・強酸性の砂地であり、ここで健全に成長できる高木樹種はフランスカイガンショウだけです。見渡す限りの純林が広がっていました(写真-3)。かつて伐期は60年程度でしたが、育種により成長が促進され、現在の伐期は35～40年です。生産量は $11\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$ で、痩せた砂地としては非常に生産性が高いと言えるでしょう。



写真-3 フランスカイガンショウの人工林

フランスカイガンショウの育種事業は1926年に開始され、まず産地試験(フランス本土・コルシカ島・スペイン・ポルトガル・モロッコ)が行われました。試験の結果、フランス本土産の成育が早いことが明らかになり、1960年代に成長及び樹形に優れた635個体(G0世代)が選抜されました。これらを母集団として循環選抜が行われ、2000年代にはG3世代の選抜に達しています。現在はサブライン方式への移行が行われ、G1世代を中心として使用するクローンを絞り込み、10～20のサブラインに分けています。各サブライン内で交配し、優れたクローンを選抜する方式になっています。

一方、採種園は第三世代までが整備されています。ただし、採種園の世代は育種集団のそれとは関係はなく、第三世代の採種園はG1世代の40クローンの交配家系が用いられています。採種園の周囲の林分が全てフランスカイガンショウであるため、採種園は

Polycrossの実生採種園方式を採用しています。すなわち、選ばれた家系の花粉を混合して人工受粉します。第三世代の採種園から生産される種苗の材積の遺伝獲得量は、非選抜の種苗と比較して+40～45%と予想されています。

3) 普及体制

INRAが担当するのは品種の開発までであり、採種及び苗木生産は民間会社が担当します。ドイツと同様に、種苗の販売カタログで「tested」「qualified」「selected」のカテゴリー区分がなされます。人工植栽率の高いフランスカイガンショウについては、育種種苗が好んで使われるとのことでした。

4. 終わりに

ピエトロン研究支所で、日本で行っているマツ材線虫病に対する抵抗性育種事業を紹介したところ、各樹種の抵抗性、選抜に使用するマツノザイセンチュウの系統及び病原性、抵抗性打破の可能性等の質問が挙がりました。ポルトガルで被害が拡大していることから、フランスまで被害が北上するのは時間の問題だと捉えているそうです。フランスカイガンショウの育種や造林のシステムはスギと通ずるところが多々あるように思いましたので、情報交換を行いつつ、研究及び事業の発展に資する連携が可能なのではないかと思います。

最後に、この貴重な機会を与え、全行程において支援して下さいました佐藤隆課長、大門誠海外育種情報主幹はじめ、海外協力部の皆様に対して厚く御礼申し上げます。また、同行させて頂いた東北育種場の星比呂志育種課長に深く感謝致します。