

【特 集】カラマツの遺伝育種学の進展と育種の展望

カラマツ林業と今後の育種の展望

黒丸 亮^{*1}

はじめに

戦後の拡大造林による人工林資源が収穫期を迎え、林業の活性化、森林バイオマスの活用が具体的に進められている。全国の主要針葉樹6種の人工林面積、蓄積はそれぞれ1027万 ha、30.4億 m³であり、これらの半数以上は9齢級を超えている(林野庁 2014)。このことは、収穫後の再造林が増えることを意味しており、更新に必要な優良種苗をどのように普及するか、その対応は急がれる状況となりつつある。

本稿の主役であるカラマツ人工林資源を概観すると、全国の面積、蓄積はそれぞれ100万 ha、2.2億 m³で、人工林に占める割合は、それぞれ10.2%、7.4%であり、9齢級以上の割合はそれぞれ77%、83%である(林野庁 2014)。

都道府県別にみると、1万 ha以上の人工林を有するのは、11の道県で、北海道、東北5県、天然分布もしている中部地方の長野、岐阜、山梨、北関東の栃木、群馬など総じて北日本に偏っており、その内、北海道、長野、岩手、山梨、群馬を併せた面積は全体の9割近くを占めている(林野庁 2014)。

カラマツの造林用樹種としての特徴は、寒冷地向けであるにも関わらず、他の北方系針葉樹と比べ、初期成長が早く、材強度が優れていることである。

カラマツ材の主な用途は、梱包材やパレットが多く、建築用構造材としてはごくわずかであるが、最近、木材乾燥に伴うねじれを防ぐ乾燥技術が開発、実用化され(コアドライ)、一方では一般住宅から大規模施設用の構造用パネルCLT (Cross Laminated Timber) が日本でも注目され、2013年12月にはJAS (日本農林規格) が制定された。いずれもカラマツ材の需要拡大に貢献できるものと期待される(北海道立総合研究機構 林産試験場 2015)。

本稿では、育種、育苗技術の観点から、カラマツ人

工林資源の経過と、北海道におけるカラマツ類の交雑育種の成果を概観し、成果普及のための今後の技術課題について検討する。

カラマツ造林と苗木生産

—長野県からの移入と道内生産の経過—

カラマツの育苗技術が確立され、大規模な造林が行われるようになったのは明治中期以降であり、苗木の取扱はスギ、ヒノキ、トドマツ等落葉しない樹種より苗木の取扱いが容易で、運送にも適していたことが、北海道はじめ、全国各地に造林された要因の1つとされている(長野県 1978)。1899年(明治38年)から1975年までの地域別の造林面積をみると(図-1)、戦後の拡大造林が開始されると急増し、年間で6万 haほどの造林量となった。造林面積は、戦後だけでも122.8万 haとなり、植栽密度を2800本/haとすると、山行き苗は34.4億本に相当する。北海道の造林面積では、戦前から全国の半数以上を占めることが多く、1920年以降、年に換算して2000 ha以上が植栽され、拡大造林のピーク時には年間3万 haほどに膨れあがった。

一方、終戦時から現在までの北海道におけるカラマツ幼苗生産の経過と長野県からの移入経過を重ねて見てみると(図-2)、拡大造林が始まるころまでは、長野県からの種苗移入によって賄われてきたことがわかる(北海道林業経営協議会 1983; 北海道森林組合連合会 1992)。移入は1980年代でほぼ終了するが、それまでの長野県からの累積移入本数は9.3億本、北海道で現在まで生産した本数は8.7億本となる。

山行き苗にしろ、幼苗にしろ、その量は膨大である。驚くべきは、それらの種子源は、人工林で採種したとしても、元々の遺伝資源は、長野県およびその付近の天然林に限られていることである。それらが北海道は

* E-mail: kuromaru-makoto@hro.or.jp

¹ くらまる まこと 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場

じめ全国の寒冷地、高標高地に試植されたことになる。育種的にみれば、大規模な導入育種事業である。そして、北海道においては、野鼠害や先枯病被害があったとは言え、導入育種の第1ステップが事業的に成功した希な事例とも言える。北海道で選抜されたカラマツ精英樹の選抜時の樹齢をみると20～30年生が

多く、大正から昭和初期にかけて植栽され、周辺木よりも成長が旺盛で、幹の通直な個体が選抜されたことになるが、それらの種子源の多くは、長野県の限られた地域産に由来していると推測されている (San Jose-Maldia 2010)。

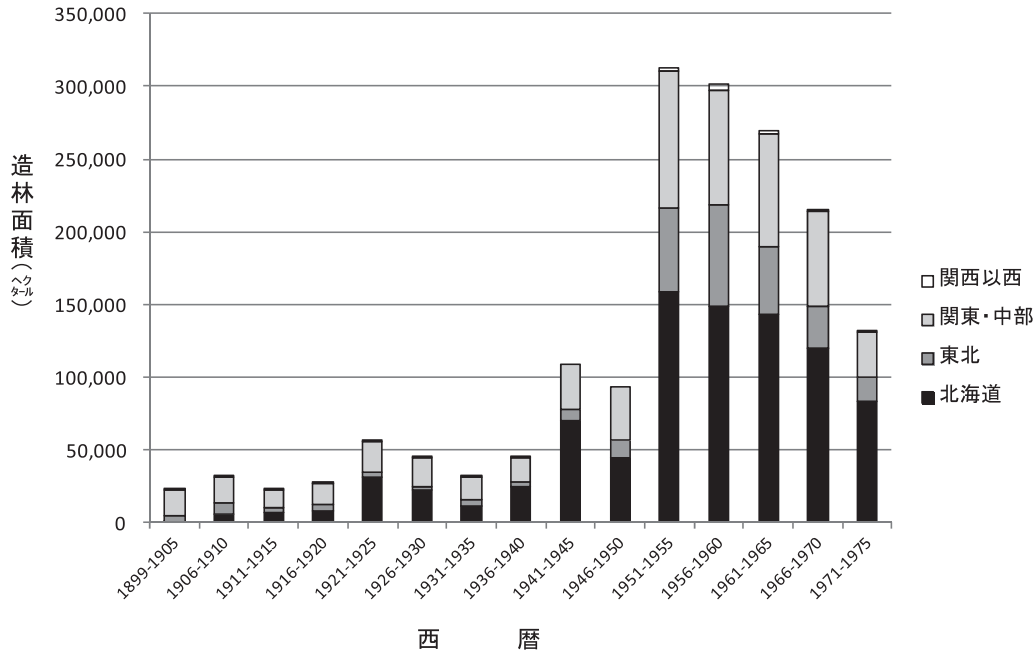


図-1 地方別カラマツ造林面積の推移。「信州からまつ造林百年の歩み」第四章第二節の第3表から作成 (長野県 1978)。

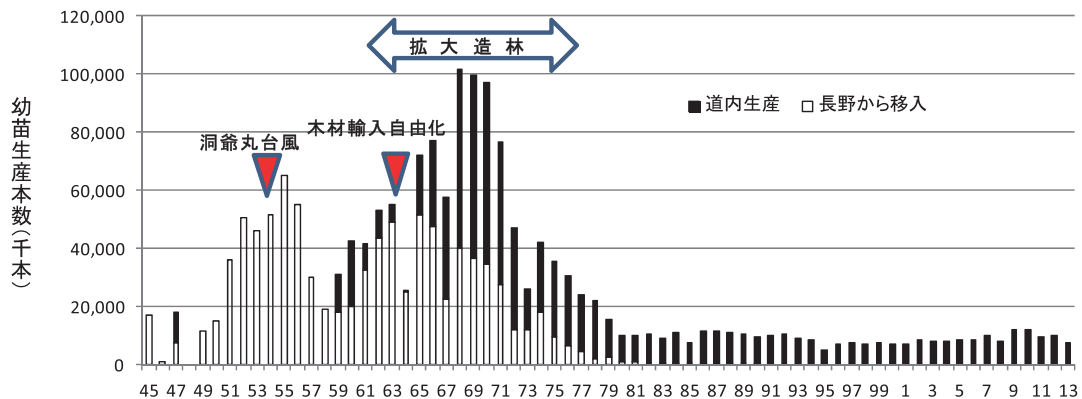


図-2 北海道における戦後のカラマツ幼苗の移入と生産経過。「道森連50年史」第3章購買部 門第2節苗木の流通と購買事業および北海道林業用種苗需給調整協議会本会議資料から作成 (北海道森林組合連合会 1992)。

カラマツ交雑育種の成果の紹介

カラマツ種子は、海外にも輸出されていた。戦前は、韓国、中国(満州)での造林用として、戦後はヨーロッパ諸国へ輸出されていた(長野県 1978)。後者では、産地試験やヨーロッパカラマツとの交雑育種が試みられてきた(Pâques 2013)。この点は北海道も同様である。

北海道内で選抜されたカラマツ、グイマツ精英樹はそれぞれ270、82クローンある(林木育種センター北海道育種場 1998)が、これまでに採種園や検定林等からの情報(着果性、成長、諸被害抵抗性、材質)により、優良母樹・家系が明らかとなった。いずれの樹種も北海道には天然分布しておらず、以下に紹介する成果は、ニュージーランドのラジャータマツと同様、導入育種と交雑育種の組合せによって得られた成果である。

グイマツ雑種F₁の低密度植栽への応用

グイマツ雑種F₁は雌親をグイマツ、雄親をカラマツとした種間雑種で、交雑育種の目的は、主にカラマツで問題となった野鼠害対策であったが、その効果は、野鼠害の軽減に止まらず、風雪被害軽減(梶・畠山 1985)や、幹の通直性も優れていることが明らかとなった(黒丸 1996)。それらの結果としてカラマツよりも生存率が高く、初期成長も速いことを実証した。

この成果を活用した事例が、造林と間伐の経費削減を図るためのモデルとなる低密度植栽実証林の造成である。密度は、645、1000、1333本/haの3段階、3反復として、全道5箇所道の有林に造成し、現在も造林成績、コストをモニタリング中である(来田ら 2010)。全体として造林コストは削減され、エゾシカ等獣害を受けたところを除けば、成長もほぼ順調に継続している(写真-1)。

優良家系の早期普及技術の実用化

グイマツ雑種F₁の検定から、特に優れた母樹、家系も明らかとなった。品種「グリーン」は、グイマツ「中標津3号」にカラマツ「胆振1号」を交配した家系で、幹の通直性が極めて優れている(大島 1996)。「クリーンラーチ」はグイマツ「中標津5号」と不特定のカラ

マツ精英樹の交雑によるグイマツ雑種F₁で、炭素固定能力に優れ(森林総合研究所 2007)、2008年開催された北海道洞爺湖サミットで各国の首脳が記念植樹したことで知られている(写真-2)。これらを早期



写真-1 グイマツ雑種F₁低密度植栽実証林。2002年春造成、オホーツク東部森林区101-42林小班。10年生1000本区。



写真-2 2008年北海道洞爺湖サミットでの各国首脳による「クリーンラーチ」記念植樹

普及するため、事業化するには少なすぎる種子を栄養繁殖で増やす必要があった。一方、従来の混植型のグイマツ雑種採種園産種子の雑種率は6割程度であり、育苗の過程で雑種判別が必要で、普及上の課題となっていた。

そこで、1994～96年に訓子府採種園団地のカラマツ採種園約20haで、幅24mの帯状の受光伐を行い、そこにグイマツ優良母樹を植込み、単一クローン母樹採種園とした(写真-3)。

2000年以降、着果がみられ、発芽率、雑種率とも、従来型の混植採種園より優れており、特に雑種率は9割を超える値が得られた(黒丸ら 2003; 来田ら 2005; 黒丸 2007)。しかし、実生で普及するには種子量が少なすぎるため、幼苗からのさし木増殖法(黒丸・来田 2003)を考案した。このさし木増殖法の標準的な増殖率は約6倍強と高くはないが、2011年には、17.64 kgの「クリーンラーチ」用種子が生産できたことから、さし木増殖用種子の不足は解消された(写真-4)。ちなみに、17.64 kgの種子から生産できるさし木苗本数とその売上額は、それぞれ871万本、13.9億円と試算された。現在、クリーンラーチ用に播種されている種子は年間500～2,000 gであることから、今後10年近くは賄えるだろう。また、それらを使い切る前に、2011年なみの豊作年も到来すると予想している。



写真-3 単一クローン母樹採種園。訓子府採種園、平成8年春造成。13年生。左奥の列がカラマツ精英樹、手前がグイマツ。



写真-4 2011年産「クリーンラーチ」用種子の精選前の球果の全容。乾燥中の球果約97,000個、右上の白枠が採取した全球果214 kg、精選後17.64 kgの種子が得られた。

技術的課題

北海道における林業用種苗の需要は今後25年間で1.5倍程度(3,000万本/年)に増加すると予想されている。現在まで育成、開発されてきた優良な育種種苗の普及率を向上させるには絶好の機会となる。しかし、その一方で、人手不足や後継者問題が深刻化する中、種苗生産技術の高度化を図る必要がある。現在、当场で取り組み始めた事例を含め紹介する(黒丸印刷中)。

育種種子の増産・安定供給

採種園造成用接ぎ木苗育成方法の改良によって植栽から着果するまでの期間短縮の可能性が示唆された(来田ら 2014)。また、室内採種園も想定した結実促進技術の改良のための試験も進めている(写真-5)。

間伐特別措置法改正による新設採種園から種子生産が可能になるまでの十数年間は、「クリーンラーチ」等優良種苗の供給は、さし木苗生産に頼ることになる。しかし、現状では依然として得苗率が低く、基本技術の再確認や改良によって、得苗率・増殖率の向上を図る必要がある。また、発根後の床替えを省くためのコンテナに直接さし付ける試みも始まっている。

裸苗生産上の基本技術の再確認

裸苗生産において、種子の無駄使いを防ぐ観点か



写真-5 ポット植えの接ぎ木クローンでの結実状況。左: グイマツ、右: カラマツ。

ら、次の諸点について改善の余地の有無を確認・検討する必要がある。

- ・単位面積あたりの適正播種量の確認(間引きの手間や被圧による目減りを避ける)
- ・床替え前の選苗の励行(選苗しない場合、サイズのばらつきが大きくなり、天候によっては、得苗率を大きく低下させる結果となる。また、グイマツ雑種F₁に関しては、より明確に判別ができる。)
- ・成苗の掘取りから出荷までのスケジュールと保管方法の確認

機械化と育苗施設の拡充

人手不足解消のための裸苗生産の機械化(播種機、床替え機、寒冷紗被覆の自動化、掘取り機などの導入)やコンテナ苗増産に伴う機器の工夫が望まれる。北欧や北米で使用されているコンテナ苗生産ラインでは、用土詰めから、播種、覆土までの工程を1日数十万本処理できるが、北海道とは生産規模が違いすぎ、直接導入は困難である。北海道の生産規模に適した用具、機器の改良等が必要とる。また、キャビティーに播種する場合は発芽率向上も重要な要素となる(黒丸ら2013; 今・来田2015)。

一方、コンテナ苗育成方法自体の検証や植栽に適した環境条件の検討も今後の課題である。道総研林業試験場では、関係機関と連携しながらこれらの課題について取り組むための検討を進めている。

異常気象対策

前項とも関連するが、乾燥・低温・豪雨等による播種床での気象害を回避し、さらに播種時期の制約を緩和する手段としてハウス内でプラグ苗を育て、播種後数ヶ月間で苗畑に床替えする方法(Hahn 1990)も検討の余地がある。その際、床替え機の使用が望まれるが、そのための機械の改良、開発も必要になる。なお、この方法では、床替え後の根系の発達によって、翌年の成長が良好で、山出し後の活着率向上も期待できる。

おわりに

今求められているのは、後継者問題や人手不足に即応した育苗技術の高度化を進め、より優れた、より多くの育種種苗を更新材料として使用できるようにすることである。育種成果の最初の受け皿となる育苗現場がそのことを十分認識できるよう、少しでも生産性を向上させられる技術情報を発信する必要がある。試験研究機関も従来の行政的な枠を超えた発想が求められるだろう。

育種事業・研究は、次世代選抜の段階に入っているが(来田2013)、基本的に育種材料の育成と検定を進める点はこれまでと同様である。ただし、現在までの情報蓄積と測定用機器や解析方法の発展によって、より早く結果が得られるようになるだろう。今後の成果がより早く普及されるためにも、種苗生産技術の高度化が不可欠と思われる。

最後に、本シンポジウムの企画、準備をしていただいた関係者各位に感謝申し上げる。

引用文献

- Hahn PF (1990) The use of styroblock 1 & 2 containers for P+1 transplant stock production. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD (eds), Target Seedling Symposium Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Association, USDA Forest Service General Technical Report RM-200, 218–222. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado
- 北海道林業経営協議会 (1983) 北海道山林史 戦後編. 財団法人北海道林業会館, 札幌
- 北海道立総合研究機構林産試験場 (2015) 林産誌だより 2015年3月号
- 北海道森林組合連合会 (1992) 道森連50年史. 北海道森林組合連合会, 札幌
- 梶 勝次・島山末吉 (1985) 雑種カラマツの耐風性と耐雪性 —グイマツ雑種の樹冠の形態と被害との関係—. 日本林学会論文集 95: 303–306
- 来田和人・黒丸 亮・内山和子 (2005) 単一クローン母樹採種園産種苗の品質とスーパー F₁ の生産計画. 北海道の林木育種 48 (2) : 1–2
- 来田和人・内山和子・市村康裕・黒丸 亮 (2010) さし木苗木と実生苗木を植栽したグイマツ雑種F₁ 低密度植栽実証林における幼齢期の成長と造林コスト. 北海道林業試験場研究報告 47: 1–13
- 来田和人 (2013) グイマツ第2世代精英樹の選抜. 光珠内季報 167: 4–8
- 来田和人・今 博計・石塚 航・黒丸 亮 (2014) カラマツ台木とグイマツ雑種F₁ 台木の違いがグイマツ接ぎ木の活着と成長に及ぼす影響. 北海道の林木育種 57 (2) : 6–9
- 今 博計・来田和人 (2015) カラマツとクリーンラーチ (グイマツ×カラマツ雑種F₁) のエタノール種子精選および発芽に及ぼすエタノール浸漬の影響. 日本森林学会誌 96: 187–192
- 黒丸 亮 (1996) グイマツ雑種F₁ の幹ほどの程度直通か. 光珠内季報 103: 11–13
- 黒丸 亮・来田和人 (2003) グイマツ雑種F₁ の幼苗からのさし木増殖法. 北海道林業試験場研究報告 40: 41–63
- 黒丸 亮・大島紹郎・来田和人・内山和子 (2003) グイマツ雑種F₁ 種苗のブランド化を目指した新採種園方式 —列状植栽した単一クローン母樹産種子の品質と雑種率—. 北海道の林木育種 46 (1) : 5–8
- 黒丸 亮 (2007) スーパー F₁ の開発と低コスト資源育成の取り組み. 北海道の林木育種 50 (1) : 24–25
- 黒丸 亮・田村 明・落合幸仁・木村徳志 (2013) エゾマツ種子の簡易選別と発芽率の向上. 北海道の林木育種 56 (2) : 5–8
- 黒丸 亮 (2015) 北海道の林木育種の今 —本格的な人工林資源の更新時期を迎えて—. 北海道の林木育種 (印刷中)
- 長野県 (1978) 信州からまつ造林百年の歩み
- 大島紹郎 (1996) グイマツ雑種F₁ の優良品種「グリーンム」の開発とその特性. 光珠内季報 101: 1–3
- Pâques LE (2013) Forest tree breeding in Europe: current state-of-the-art and perspectives. Managing Forest Ecosystems Volume 25. Springer, Netherlands
- 林木育種センター北海道育種場 (1998) 精英樹一覧表
- 林野庁 (2014) 森林・林業統計要覧 2014
- San Jose-Maldia L (2010) Evaluation of genetic diversity in natural populations of Japanese larch for its conservation and breeding. Ph.D. Dissertation, Nagoya University, Nagoya
- 森林総合研究所 (2007) 公立林業試験研究機関 研究成果選集 4: 43–44