

樹木種子の高発芽率化技術に関する研究

研究代表者

松田 修 九州大学大学院理学研究院 助教

共同研究者

林 信哉 九州大学大学院総合理工学研究院 准教授



1. 研究の背景と達成目標

持続的な林業経営においては、成木の伐採に続き、再生林を確実に履行することが重要である。しかしながら、初期育林には多大なコストを要するため、成熟した人工林の利用と更新は、必ずしも円滑に進んでいない。植栽に用いる苗木の安定的な供給も、再生林の促進と低コスト化に向けて、克服すべき課題である。とりわけ、主要造林木であるスギ、ヒノキ、カラマツにおいては、種子発芽率の低さが育苗技術の革新を阻む隘路となってきた。本研究課題では、代表者らが開発した、近赤外分光法に基づく充実種子（発芽能をもつ種子）の選別技術を、いち早く社会実装へと導くとともに、更なる苗生産の効率化を見据え、上記樹種において種子発芽を斉一化するための、発芽促進技術を確立することを目標とした。

2. 主な研究成果と社会、学術へのインパクト

- ・近赤外分光器を搭載した小型かつ廉価な種子選別機を開発し（図1）、2019年度初期の市販化と、林野庁による林業成長産業化総合対策補助金の交付対象認定に向けた、最終準備段階に至った。
- ・選別した充実種子を用いることにより、育苗資材への一粒直播による苗生産が可能となる。移植や間引き作業が不要となる上、播種作業の機械化により、苗生産にかかる労務、期間およびコストを大幅に縮減できる。また、発芽能をもたない不稔粒が除かれる減容効果により、種子貯蔵にかかるコストも低減できる。
- ・生物試料における化学組成を非破壊的かつ迅速に定量、可視化するため、適切に校正された分光画像をワンアクションで得られる撮影装置と、効率的なデータ解析システムを構築した。
- ・前記システムを種子充実率の評価に用いることにより（図2）、採種木が充実種子を形成するのに好適な、生育環境と栄養条件を明らかにした。
- ・1本の採種木から得られる充実種子の収量が増加すれば、苗需要を満たすために必要な採種園の面積効率が高まり、その運営コストを大幅に縮減できる。
- ・発芽が不揃いとなりやすいスギ種子に対し、低圧酸素プラズマを照射することにより、発芽の斉一性を高め得ることを確認した。しかし、一定水準の発芽促進効果を再現することや、大量処理が困難である点において、実用技術としての課題を残した。

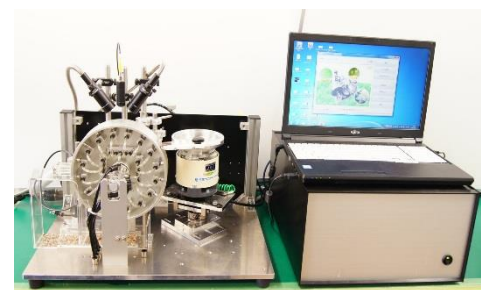


図1 充実種子選別機

3. 研究成果

造林用の苗生産に向けて各都道府県が供出する種子は、屋外の採種園において自然交配により形成されたものが基本である。このため、種子発芽率が著しく低く、スギ、ヒノキにおいて30%程度、カラマツにおいては50%程度が相場である。これらの種子における発芽率低下の最大の原因は、粒径や比重などの物理的基準により選り分けることが困難な、完全な子実を欠いた不稔粒が混入しやすいこ

とである。一方、充実種子と不稔粒では、内部の化学組成が明確に異なっており、近赤外領域における光吸収特性をもとに判別することができる。

この技術を実用化し、高発芽率種子の普及による苗生産の効率化を図るため、種子の投入と判別から、充実種子の回収に至る3つの工程を自動化した、種子選別機を開発した(図1)。本機については市販化に向けた前段階として、各地における現場実証を進めている。一方、矛盾的ではあるが、種子選別にかかる労務やコストは、選別前種子の品質、すなわち充実率に大きく依存する。本研究では、廉価性を重視した種子選別の専用機のほか、分光画像の取得とデータ解析作業を効率化するためのシステム開発にも注力し、種子を含む生物試料の品質評価基盤の整備に努めた。様々な環境および栄養条件のもとで生育した採種木に由来する種子を解析することにより(図2)、充実率を高めるために有効な、採種木の管理手法を見出した。

発芽が保証された充実種子のみを用いた苗生産が実現した場合でも、発芽時期のばらつきが、苗の均質な成長と得苗率の向上を制限する要因となる可能性が懸念される。3種の主要造林木では、ヒノキおよび低温湿潤環境に馴化させたカラマツの充実種子は、比較的発芽の時期が揃いやすい。

一方、スギ種子においては、低圧酸素プラズマ(60 Pa, 30 W h)を照射することにより、播種後の短期間(1か月以内)における発芽数が明らかに増加した。しかし、プラズマ発生装置の容量に限りがあることや、減圧に時間やコストを要すること、発芽促進の程度が機会ごとに安定しないなどの問題により、この手法を実用域に高めるには至らなかった。

4. 今後の展開

国内における造林用苗の生産数は決して多くはなく、平成27年度の総数は6,100万本、主要3樹種に限れば4,000万本に過ぎない。種子充実率の平均値として33%を採用するならば、年間に12,000万粒の種子を選別すればよく、機械による選別速度が毎秒5粒に達すれば、1台の選別機を280日間稼働させれば、全国の年間需要を満たせる計算となる。このように、国内林業のみを対象とした場合、種子選別機販売の事業性はきわめて低いと言わざるを得ない。一方、森林の公益的価値に目を向けるならば、苗生産を支える技術の後退は避けたい事態である。種子選別に用いている近赤外分光法は、対象を樹木の種子に限るものではなく、充実種子の判別においては、即時に得られる分光データのごく一部を用いているに過ぎない。計算手法の工夫により、対象物の化学組成にかかわる多様な情報を抽出し得る。それゆえ、国内に限らず海外を含めた林業や森林再生も視野に入れ、多様な粒形物の選別ニーズを探り、それに応える分光データの解釈技術を涵養すること、選別機の多用途化への道を探ることが、高発芽率樹木種子の実用状態を保つために欠かせない対策であろうと考えられる。

5. 発表実績

松田 修, 林 信哉 人工林の無花粉・少花粉化を進める革新的種苗生産技術, イノベーション・ジャパン 2017—大学見本市, 2017年8月 ほか

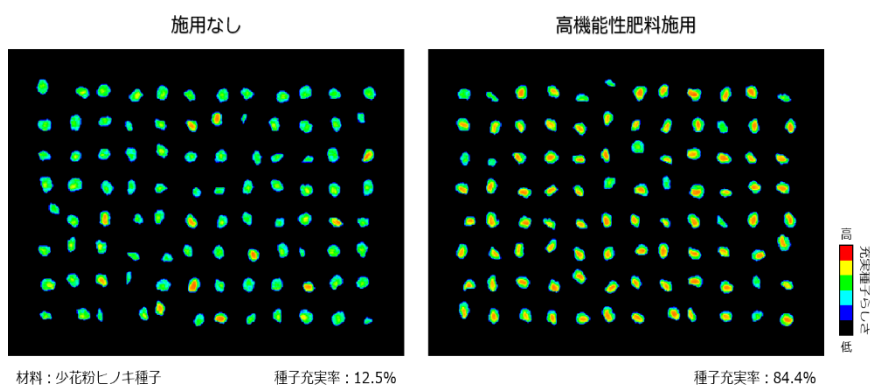


図2 近赤外分光カメラによる高機能性肥料が種子充実率に及ぼす影響の可視化