

論文概要

所 属 理工情報生命学術院生命地球科学研究群
農学学位プログラム

学 籍 番 号 202030246

氏 名 渡邊 敬太

論 文 題 目 種内倍数性を持つ緑化植物の遺伝的地域性に関する研究

論 文 概 要 遺伝子流動、遺伝的浮動、自然選択などの相互作用を含む様々な機構によって形成される集団の遺伝構造は、地域環境への適応と関連し、これを起点とした、異なる環境への進出や種分化が知られている。種内の遺伝的な地域差は「遺伝的地域性」と呼ばれ、生物多様性の保全や森林の持続的利用の観点から保全が求められる。緑化は植物の遺伝的地域性に影響を与える人間活動の一つであり、日本では江戸時代より生産量が増加し、2020年度の緑化植物の生産量は4,362万株に拡大している。国内の緑化植物の生産は、種ごとの高い成長量が期待される特定地域での集中的な生産など、限られた流通経路によって供給される。加えて、採取が容易な個体からの種子採取や、生産や販売に有利な特定形質の選択など、人為的なバイアスによって生じる遺伝的多様性の減少も指摘されている。

倍数化は植物に頻繁にみられる現象であり、維管束植物の約24%が倍数体とされている。倍数化は、短期的には核型の不安定化に伴う念性の低下や、倍数化直後では同じ染色体数を持つ倍数体が少なく、繁殖機会が減少することなどの弊害があるが、長期的には多様性の創出や種分化に重要な役割を果たすと考えられている。倍数化に伴って生じた重複ゲノムを識別して解析することが困難であるため、遺伝子攪乱は主に二倍体を中心に研究されてきた。例として、四倍体のヘテロ接合型個体のAAABとAABBの対立遺伝子頻度の違いを検出するためには、二倍体よりも多くの塩基配列情報が必要である。進化における倍数体の重要性にもかかわらず、種内倍数性を持つ緑化植物の遺伝的攪乱に関する研究は少ない。

遺伝的地域性に関連した、緑化植物の集団遺伝構造や集団内の遺伝的多様性の情報は、種子採取地の選定や種子採取時の遺伝的多様性の保全、遺伝的攪乱を低減するための流通個体の選定、植栽された個体の遺伝的攪乱の評価など、緑化植物が生産、使用される様々な段階で利用可能である。これらの知見を、種内倍数性を持つ緑化植物においても蓄積することで、緑化植物の遺伝的地域性の保全に寄与すると期待される。

本研究では、種内倍数性が知られている植物のうち、緑化に多用されることから遺伝的攪乱を受けやすいと考えられる、ヤブラン *Liriope muscari*、ケヤマハンノキ *Alnus hirsuta*、ノリウツギ *Hydrangea paniculata* の3種について、日本国内での倍数体の分布と遺伝的地域性を明らかにし、現段階で適用可能な手法を用いて緑化による遺伝的地域性の攪乱防止について考察した。

種内倍数性を持つ緑化植物の核ゲノム解析には、以下の手法を組み合わせ用いた。染色体数の推定には、核酸の蛍光量を測定することで倍数性を推定するフローサイメトリーを用いた。核DNAの塩基配列の決定は、核DNAの広範囲に存在する単純反復配列間の塩基配列を決定することで、小規模なデータから核ゲノム全体が持つ遺伝的な特徴を近似するMIG-seq法を用いた。倍数体間の塩基配列の比較には、個体の塩基配列を21塩基などの一定の長さに分解し、塩基配列の類似性を直接比較することで、対立遺伝子頻度を特定せずに個体間

の遺伝距離を近似する Mash 距離を用いた。推定が困難な倍数体の対立遺伝子頻度の解析では、例えば、対立遺伝子 AAAB と AABB を対立遺伝子の表現型である AB として扱うことで、対立遺伝子頻度推定の曖昧さを低減する表現型対立遺伝子を使用した。加えて、集団の表現型対立遺伝子頻度から、最尤法を用いて個体の対立遺伝子頻度を補正した。

葉緑体 DNA の中立的な領域の塩基配列情報とあわせた遺伝的地域性の評価では以下の点が明らかとなった。

ヤブランでは、遺伝的な攪乱を避ける必要のある 3 つのグループ、日本本土の四倍体、琉球列島の六倍体、琉球列島の二倍体と四倍体のグループが認識された。ヤブランの消費量が多い関東地域では、圃場と圃場周辺の天然集団の倍数性と遺伝的特徴が一致し、遺伝的地域性の攪乱の可能性は低いと考えられた。沖縄島では、圃場内の個体間で染色体数が異なり、遺伝的にも異なるグループに属する個体が混在して販売されていた。倍数体間の交配前隔離は発達していないことから、染色体数の異なる個体を同所的に植栽した場合は、奇数倍数体の発生に伴う適応度の低下が示唆された。

ケヤマハンノキでは、国内に四倍体が優占し、南北に分かれた 2 系統が、中部から東南北部にかけて広い移行帯を形成して入れ替わる遺伝的地域性を持つことが明らかとなった。種子と種苗の移動範囲については、東北を境界として南エリアと北エリアに分けることで、遺伝的攪乱の低減に寄与すると考えられた。調査した範囲内で緑化に伴う遺伝的攪乱の影響は少ないことが明らかとなった。

ノリウツギでは近畿を境界として、南西に二倍体と四倍体、北東に六倍体が分布する遺伝的地域性を持つこと、二倍体集団の遺伝的多様性は低く、四倍体の集団間の分化が大きいこと、倍数体の接触地帯での低次倍数体から高次倍数体への遺伝子流動が明らかとなった。種子と種苗の流通範囲については、近畿を境界として、南西四倍体エリアと北東六倍体エリアに分けることで、遺伝的攪乱の低減に寄与すると考えられた。

今後の研究の方向として、より多くの塩基配列データを用いた倍数体の真の対立遺伝子頻度の推定、核ゲノムの塩基配列からの染色体数の推定、相互移植試験や産地試験による局所適応と遺伝的地域性の関連性の解明が考えられる。