

森の緑をささえる微生物のはたらき

森林総合研究所東北支所長 山中 高史

はじめに

植物は、大気中の二酸化炭素を光合成によって、炭水化物に変えて成長します。様々な樹木や草本が生育する森林は大気中の二酸化炭素濃度を低減させることから、地球温暖化対策に重要とされます。一方、大気中の78%は窒素ガスです。窒素はタンパク質やアミノ酸などを構成する重要な物質ですが、大気中の窒素を直接に利用（窒素を固定）することができるのは、一部の微生物に限られています。窒素を固定する微生物は、土壌、落葉、倒木中に存在するもののほか、動物やシロアリの腸内、さらに植物の根や莖に形成された瘤状または粒状の組織中など他の生物と共存しています。窒素固定菌が、野外の自然環境下での様々な場所に存在しているのは、窒素が全ての生物の生存に欠かせないということを示しています。

樹木の根に共生して窒素を固定する根粒菌の種類

植物の根などに形成された粒状の組織に存在する窒素固定菌は、根粒菌とも呼ばれます。根粒菌は植物が光合成によって生産した炭水化物を栄養源とし、反対に、菌が固定した窒素を植物は利用します。根粒の形成により樹木の生長は向上することから、窒素固定菌とその宿主樹木とは共生関係にあるといえます。根粒菌には、リゾビウム属細菌とフランキア属放線菌とがあり、それぞれ根粒を形成する植物の種類が異なります。リゾビウム属細菌はマメ科植物に根粒を形成します。樹木としては、フジ、ネムノキ、ニセアカシアやハギなどです。一方、フランキア属放線菌は、ハンノキ属、ヤマモモ属、グミ属（写真1）、ドクウツギ属およびモクマオウ属など、高木から小灌木の樹木に根粒を形成します。これらの樹木は、根粒菌から直接に窒素を得ることができ、高標高地、火山噴火や土砂流出などの災害跡などの貧栄養の土壌に生育しています。さらに、このような環境における植生回復や、砂防の観点からの種子散布や苗木植栽による緑化、また早生樹や街路樹として用いられてきています。東北



写真1 マルバアキグミの根に形成された根粒。根粒は、サンゴ状に分岐して、それぞれの先端部（裂片）の細胞内においてフランキア菌は窒素を固定します。スケールは5mm。

地方でも、高標高地にはミヤマハンノキ（写真2左）、山あいの谷筋にはケヤマハンノキやカワラハンノキ、尾根筋にはヤシャブシやヒメヤシャブシ、湿地帯にはハンノキなど、様々な環境でハンノキ属の樹木は生育しています。また、ドクウツギやアキグミは山あいの沢や川原などで、ヤチヤナギ（写真2右）は湿地帯で見かけます。一方、ネムノキ、クズやハギの仲間などは造成跡地や道路法面などで生育しています。



写真2 高標高地で生育するミヤマハンノキ（左）と、湿地で生育するヤチヤナギ（右）。

フランキア菌と宿主樹木との関係

根粒菌フランキアの窒素固定能力と環境条件との関係を調べました。無菌的に育てたオオバヤシャブシ実生苗にフランキア菌を接種して根粒を形成させて、その後、窒素施肥を行いました。その結果、添加した窒素量が少ない場合、根粒数は増加し窒素固定活性は上昇することが分かりました（図1）。また、植物体が大きくなるに伴い、窒素固定活性が高くなったことから、植物体は成長に伴い多くの窒素が必要であることがわかりました。

土壌には、根粒菌の他、多種多様な微生物が生息しており、樹木と様々な関係を成立させています。微生物という、直接に見ることのできない生き物の働きにより、樹木は必要な栄養分を獲得して育ち、森の緑を作り上げているのです。

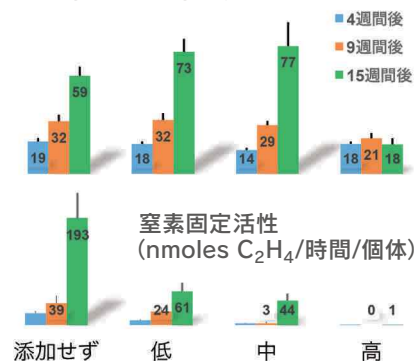


図1. オオバヤシャブシの根粒形成数（上）および窒素固定活性（下）に及ぼす窒素添加の影響。

根粒を形成したオオバヤシャブシ苗に、異なる濃度で窒素を1週間に1回添加しました。窒素添加4、9および15週間後に根を掘り取り、根粒裂片数（写真1参照）および窒素固定活性を調べました。加えた窒素濃度が低いと、根粒は多く形成され、窒素固定活性は高くなりました。