

広葉樹をマツタケの宿主にすることに成功

きのこ・微生物研究領域
 生物工学研究領域
 森林微生物研究領域
 バイオマス化学研究領域
 信州大学

村田 仁、下川 知子、根田 仁
 丸山 毅、横田 智
 太田 祐子（現日本大学）
 大平 辰朗
 山田 明義

要 旨

DNA を用いてマツタケ近縁種の類縁関係を調べた結果、マツ科針葉樹に共生する仲間とブナ科広葉樹に共生する仲間への分化が最初に起きていたことが分かりました。マツタケは、針葉樹のマツの根に侵入し、菌根^{*}を形成して共生する菌ですが、DNA 解析の結果は広葉樹とも共生する可能性を示唆していました。そこで、組織培養しやすい広葉樹について調べたところ、中南米産の広葉樹セドロ、日本産広葉樹のオオシマザクラやシラカンバなどをマツタケの宿主^{*}とすることに成功しました。この成果は、施設園芸的に扱いやすい広葉樹を用いたマツタケ栽培の可能性のあることを示唆するものであり、今後のマツタケ栽培化研究に新しい道を拓きます。

マツタケ類の分子進化

マツタケはマツ林に発生します（図 1）。マツタケ菌糸は、マツの根の表面を被うとともに根組織に侵入し、「菌根」と呼ばれる共生器官（図 2）を作って成育します。この菌根から林地に菌糸を広げて「シロ^{*}」と呼ばれる塊状の菌糸の集団をつくり、そこから子実体（きのこ）を発生させます。このような条件を人工的に作り出すことは難しいため、これまでマツタケの栽培はできませんでした。一方、マツタケの近縁種の中には、ブナ科広葉樹に菌根を作る種もあります。進化の目印となるレトロトランスポゾン^{*}遺伝子を解析し、マツタケ近縁種の類縁関係を調べた結果、マツ科針葉樹に共生する仲間とブナ科広葉樹に共生する仲間への分化が最初に起きたことが判明しました（図 3）。また、オウシュウマツタケは、両者の中間的な位置づけとなりました。このことはマツタケが広葉樹と共生する潜在能力を持つ可能性に示唆を与えました。

マツタケの新しい宿主を発見

広葉樹の中には、組織培養がしやすく、クローン苗を継代して使える樹種があり、このような樹種は施設園芸的に扱いやすいと考えられます。このような樹種を対象に調べたところ、中南米産の広葉樹セドロ（センダン科マホガニーに近縁）がマツタケの宿主に適していることを発見しました。マツタケが好む培養条件で、セドロの苗にマツタケ菌を接種し、他の微生物がいない状態で約 4 ヶ月、一緒に培養したところ、マツタケ菌糸はセドロの根と菌根を形成し、シロができました（図 4）。

セドロ - マツタケのシロは、アカマツ - マツタケのシロと同様の形態の菌糸塊で、マツタケのシロ独特の香りを発します。セドロの根の表面をマツタケ菌糸が被い、

セドロの根はさかんに枝分かれしました。セドロの根に侵入したマツタケ菌糸は、主に根の細胞間隙に侵入します（図 4）。そして、菌との共生が成立したセドロは、良好に成長しました（図 4）。

セドロと同様に、無菌培養系でマツタケの宿主になる国産樹種を探したところ、日本の温暖な地域に分布するオオシマザクラや、しばしばアカマツとともに生息するシラカンバの無菌苗の根にもマツタケ菌糸が感染し、シロを形成した後、共生が成立しました。

マツタケ栽培の実現に向けて

本研究から、マツ科樹種を宿主にするマツタケがさまざまな広葉樹の根に侵入し、シロを形成した後、共生が成立することが明らかになりました。また、組織培養苗を用いたマツタケのシロ形成に関わる実験系が、広葉樹を用いることで初めて確立されました。この結果は、マツ以外の樹種を用いたマツタケ栽培の可能性のあることを示唆しています。今後は、施設栽培に適した優良な苗を選抜し、マツタケの人工栽培を実現させたいと考えています。

本研究は、公益財団法人発酵研究所一般研究助成「トランスポゾン分子進化に基づくマツタケ類の起源と種分化の解明」および森林総合研究所交付金プロジェクト「マツタケ人工栽培のためのシロ形成技術の開発」による成果です。

詳しくは以下の文献をご覧ください。

- Murata *et al.* (2013) Mycorrhiza, 23:235-242
 Murata *et al.* (2013) Mycorrhiza, 23:447-461
 Murata *et al.* (2013) Mycoscience, 54:438-443
 Murata *et al.* (2014) Mycorrhiza, 24:315-321
 Murata *et al.* (2015) Mycorrhiza, 25:237-241



図1 アカマツ林に発生したマツタケ



図2 アカマツマツタケ菌根

白い菌糸が根を包み込んで菌根となります。また、褐変したアカマツの根の内部にも菌糸が侵入しています。



図3 マツタケの仲間の類縁関係

レトロトランスポゾンは、ゲノムの進化に深く関わった遺伝子です。マツタケに特異的な3種類（ σ 、*marY1*、*marY2N*）のレトロトランスポゾンのゲノム中の数と、きのこ特異的レトロトランスポゾン群の配置タイプを解析しました。

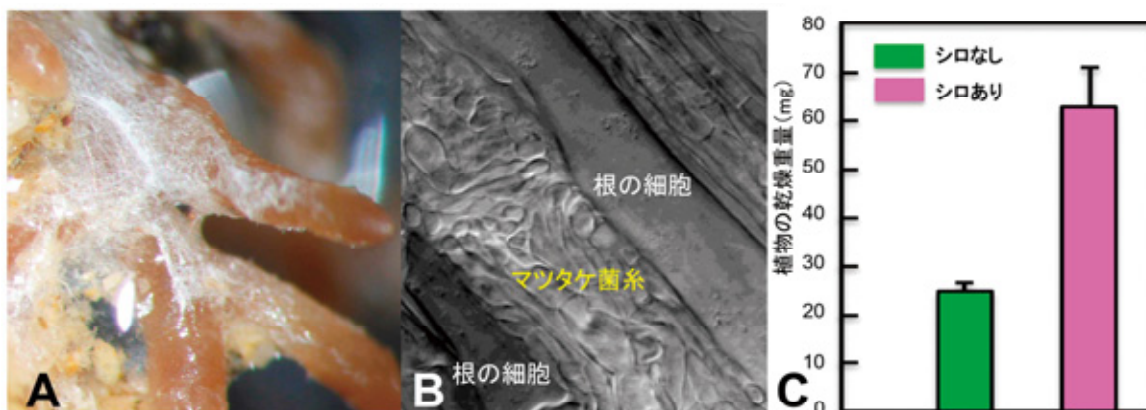


図4 セドローマツタケの共生

A：マツタケ菌糸が覆ったセドロの根、B：セドロの根に侵入したマツタケ菌糸、C：セドロ苗の成長量

※については、巻末の用語解説をご覧ください。