

## マメと根粒：根の中でおこる植物とバクテリアの共生

土の中には数多くの微生物が生きています。それはカビ、バクテリア、あるいはセンチュウだったりします。多くの微生物はそこに生えている植物と何らかの関係を持っています。その中には、植物に病気を引き起こすものもあり、また植物にとって役に立つものもあります。役に立つ関係のうち、その関係がとても強いものを共生と呼びます。



図1 カクレクマノミとイソギンチャク

「共生」という言葉は本来生物同士の関係に使われていますが、現在では「環境との共生」とか「共生社会」など、人間が何かと上手くやっけていける状態にも使われています。ここでは、「2つの異なった生物がお互いに得をする関係」を共生と言います。共生の有名な例はクマノミとイソギンチャク(図1)ですが、他によく見ることのできる例として地衣類があります(図2)。地衣類は菌類と藻類が一緒になって複雑な構造を形作っており、一緒になって初めて、岩の上や木肌など、水分や栄養分に乏しい環境で生育することができます。このように、劣悪な環境でも共生によって全く異なる生物が助け合って生きていくことができます。



図2 地衣類

4億年以上前、植物の祖先が海から陸上へ上がってきた時、そこは乾燥して日光が照りつける劣悪な環境でした。そのころ、植物の祖先は土の中で生きているカビの一種、菌根菌と共生する能力を得て、その助けによって陸上で繁栄できたと言われています。「菌根菌」は聞き慣れない言葉かも知れませんが、例えばマツと共生するマツタケがそうです。陸上植物の8割以上が菌根菌と共生している、と言われています。菌根菌が植物の根が及ぶ範囲より遠くまで菌糸を伸ばし、栄養や水分を吸収して、それを植物に与えます。植物は代わりに光合成で得た糖分を菌根菌に与えます。この関係が共生となります。森の木や草は菌根菌でつながっていて、まるで1つの生命のようにしているという報告

もあります。

もっと最近になって、と言っても6千万年以上前ですが、陸上植物の一部がマメに進化しました。マメ科はキク科、ラン科とともに、最も多くの種がある植物です。その理由の1つとして、栄養分の少ない土地でも生きていく能力が挙げられます。これは菌根菌以外にも根粒菌という土の中のバクテリアと共生できるからなのです。根粒菌は空気中の窒素を、植物が利用できるアンモニアに変換することができます。春に咲くクローバー、夏に咲くツルマメなど、マメの雑草を引き抜いて、根を水で洗って土を落としてみて下さい。そこには粒状のコブが見えることがあります。これが根粒です（図



図3 根粒

3)。根粒菌は根にできる根粒の中で窒素を変換します。根粒菌は土の中で生きている時には窒素を変換しません。また、窒素の変換に必要な遺伝子を壊しても死ぬことはありません。つまり、根粒菌はマメのためだけに窒素を変換しているのです。

空気中の窒素を利用できるのはごく一部の限られたバクテリアだけです。植物の生長に必要な3大栄養素は窒素、リン、カリウムですから、窒素が乏しい土地では普通の植物は生きていけません。マメがそのような土地でも生きていけるのは、根粒菌からアンモニア（窒素）を与えてもらうからです。菌根菌の場合と同じように、マメは糖分を根粒菌に与えます。この意味で、マメと根粒菌は共生しているのです。

先ほど、「根粒菌は根にできる根粒の中で窒素を変換する」と書きましたが、詳しく言うと根粒菌は根粒の細胞の中に入って窒素を変換します。このことを「細胞内共生」と言います。根粒細胞の中に入った根粒菌は、形が変化してバクテロイドと呼ばれる状態になります（図4）。バクテロイドは膜に囲まれていて、植物の助けなくして栄養を得ることができません。まるでマメが根粒菌を飼っているような状態なのです。

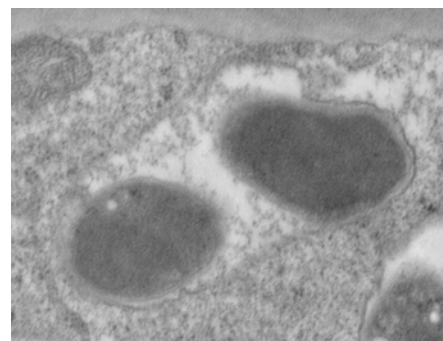


図4 バクテロイド

おそらく20億年以上も前、動物や植物の祖先が誕生した時、バクテリアが細胞内共生した、とされています。そしてバクテリアはエネルギーを作るミ

トコンドリアになりました。その後、ラン藻の仲間がさらに細胞内共生して光合成をする葉緑体になり、植物の祖先ができた、と考えられています。細胞内共生によって、生物は新たな能力を獲得したと言えます。将来、根粒菌が細胞内共生することで、マメから全く新しい生物が進化することになるのでしょうか？

(図1と2はウィキペディアより。図3と4は筆者提供。)