

# ミコリザの話

九州大学農学部教授  
農 学 博 士

山 田 芳 雄

## はじめに

ミコリザをもった林木が、もたぬものにくらべてはるかによい生育をすること、カリヤリン酸の吸収がはるかによいことなどが以前から知られていた。しかし、これらは林木の話であって、一般作物についてミコリザが問題にされるようになったのは最近のことである。日本ではまだ比較的に関心の度合がうすいので、誌上をかりて紹介しよう。因みにミコは菌を、リザは根を意味し、日本では菌根とも訳されている。

ミコリザは外生菌根、内生菌根と大きくわかれるが、ツツジとランの菌根に特色があるので、後2者を別にあげている人もある。

## 外生菌根 (エクトミコリザ)

マツ、柳、ブナ、ポプラ、カン等の根に共生するもので、根の表面に菌糸が発達して緻密な外皮をつくり、根の皮層内には細胞間菌糸が発達し、いわゆるハルティグネットをつくる。これらミコリザの菌は子実体をつくる担子菌である。菌の大部分は、窒素と糖を宿主から得、土壤中から吸収した無機養分を、宿主に供給するという共生関係を保っている。

## 内生菌根 (エンドミコリザ)

十字架科、アカザ科、カヤツリグサ科に幾らか例外はあるが、そのほかの殆んどすべての作物種(穀類、マメ類、根菜類)の根に共生する。感染しても、外生菌根にみるような、緻密な外被を形成することはなく、[外見上、解剖学上にも殆んど変化が見られないが、顕微鏡的に観察すると、この菌は一次皮層の細胞間や内部に拡がり、分岐体(アルブスキュール)と呼ばれる、複雑に枝わかれした細胞内構造を形成する。それらはまた、油滴を含む囊状体(ヴェシクル)もつくる。そこで、これらの菌根を、VAミコリザと呼ぶこともある。これらミコリザの菌は薬状菌であり、前のエクトミコリザの菌のように、子実体をつくることはない。

この菌の胞子は、宿主の根の滲出物によって刺激を受け発芽し、根の皮層内へ菌糸が侵入し、先述の様に細胞間と細胞内に分岐体と囊状体を形成する。一方、菌糸は土壤中にも拡がり、ゆるいネットワークを形成する。この場合も菌は、宿主から窒素や糖を得て、その替りに、土壤から吸収した無機養分を、宿主に供給している。

## 内生菌根とリン酸の吸収

作物の養分吸収にミコリザが深くかかわっていることが、定量的に示されたのは最近である。土壤中の菌根の菌だけを殺して、その他の有用な細菌類を、なるべく殺さないような殺菌技術が開発されたからである。それは60COのような、強力なガンマー線源からの放射線を1メガラドだけ土壤に照射する方法で達せられた。ロザムステッドの試験場の実験例を要約して紹介してみよう。

ロザムステッドでは、いろいろなリン酸肥料の試験が長期にわたって継続されているので、土壤中の有効態のリン酸含量が少いのから、多いのまで各種揃っている。この土壤10種類を用い、あらかじめ1メガラドのγ線を照射したもの、γ線照射してからミコリザ菌を接種したもの、γ線照射を行なわなかったものを用意し、これにネギ苗を植え、10週間後苗の成長と植物体中のリン酸含量を調べた。わかり易いように、その代表的な3種の土壤についての結果だけをあげてみよう。

第1表 有効態リン含量を異にする各種土壤に  
対するミコリザ菌接種の効果(ネギ)

土 壤 処 理	有効態P ppm	ポット当り 乾物重mg	P含量 乾物中%
1. {	γ線照射後接種	122	0.185
	γ線照射	41	0.106
	γ線無照射	61	0.123
2. {	γ線照射後接種	403	0.306
	γ線照射	74	0.125
	γ線無照射	186	0.267
3. {	γ線照射後接種	845	0.318
	γ線照射	850	0.340
	γ線無照射	577	0.305

第1表に示すように、有効態Pが3.8ppmの土壤を殺菌して、ミコリザ菌を接種しない場合には、植物体乾重は極めて低いが、これに接種をすれば、明らかに乾物重の増加が見られ、また含量も幾らか高まる。もっとも土壤中の有効態Pが極めて低いので、接種効果もそれ程高くない。有効態Pが[15~17.5ppm]の土壤の場合にはもっと顕著な効果がみられ、接種によって乾重ならびにP含量の増加が著しい。

これに対して有効態P含量が140ppmと高くなると、菌根が共生していなくても、リンの吸収は正常に行われ、乾重も接種の有無にかかわらず高い値が得られ、接種の効果は明らかでなくなる。実験はこのほか、これらの土壤にリン酸を施肥した場合に、どうなるかもみているが、結果はリン酸施肥によって、有効態が高い土壤の場合と同じ傾向を示す。要するにこれらの結果は、土壤中に有効態Pが不足する条件では、菌根の役割が大きく働き、植物根で捕捉し得ないPをミコリザ菌が吸収し、これを宿主に供給していることを明瞭に示している。

興味がある点は、有効態含量が不足しているとき、 $\gamma$ 線無照射では、 $\gamma$ 線照射無接種にくらべて乾重も高く、P含量も高い点である。これは通常の土壤では、作物根にミコリザ菌が感染していることを示すものである。

第2表 リン酸不足土壤に対するリン酸肥料施肥とミコリザ菌接種の効果 (トウモロコシ)

土 壤 処 理	施 肥	乾物重g	P含量 乾物中%
殺菌後接種	リン鉱石	22	0.9
	過リン酸石灰	40	0.8
殺菌後無接種	リン鉱石	8	0.7
	過リン酸石灰	40	0.7

第2表は殺菌土壤にリン鉱石或いは過リン酸石灰を施し、之にミコリザ菌を接種したり、しなかったりした場合のトウモロコシの生育と、P含量を示した。過リン酸石灰施肥では接種区、非接種区とも、乾物重は高い値を示し、両者の間に差異はない。しかし、リン鉱石施肥の場合は、無接種区では生育が極めて悪いが、接種することにより、生育は大幅に改善され、P含量も高まっている。この様にミコリザの菌は、リン鉱石の様な緩効性のリンも、有効に利用する能力があることを示している。

#### 葉分析による栄養診断とミコリザ

通常一定の時期と環境下では、植物中の欠乏元素の含量と、その植物の生長速度との間には、一定の関係があるとされ、これが栄養診断としての葉分析の基礎となっている。ところが、この関係は必ずしも画一的なものではなく、例えばリンの栄養は、内生菌根による感染の度合いに依存するものであることが、明らかにされつつある。

まずP欠乏土壤を1メガラドの $\gamma$ 線照射で殺菌し、Pを5段階のレベルで与え、1部のポットにミコリザ菌を接種し、これにネギ苗を植え、無接種のもの」と一緒に2,000ルクスの光下で生育させ、収穫後乾物重の測定、Pの分析を行った。その結果同じ乾物重でも、ミコリザ菌に感染したものは、非感染の植物の約2倍量のPを含むことが明らかとなった。

次に同じように土壤を1メガラドの $\gamma$ 線照射で殺菌した後、1部のポットはミコリザ菌を接種し、他のものには接種せず、これにネギ苗を植えて45日間にわたって育て、同程度に成長した植物体組織汁液中のP含量を、随時測定してみたところ、感染植物体は常に高いP含量を示し、とくに感染が確立する30日付近で、著るしい増加をみせていた。

以上の事実は、植物体中のP含量を以て、土壤中のPの欠乏度を推測したり、肥料の施与に対するレスポンスの程度を知ることが、難かしいことであることを示し、少なくとも以上の目的には、ミコリザに対する感染度の

情報が必要なことを物語っている。

#### 内生菌根と亜鉛の吸収

リンと共に、ミコリザと関係の深い要素は亜鉛である。桃がミコリザ菌と共生することは、古くから知られていたが、カリフォルニアの亜鉛欠乏土壤で、大変興味ある実験が行われている。土壤を蒸気殺菌した後26リットルのポットに詰め、1部のポットにはミコリザ菌を接種し、1部のポットには接種せず、両者に15cmの桃苗を植えた。適宜、亜鉛を含ませ培養液を与えて栽培したところ、無接種区でのみ、亜鉛欠乏症が顕著に発生し、乾物量もZn含量も接種区にくらべて著るしく低かった。亜鉛もリンも、土壤中で動きにくい元素であるが、こういった性質をもった養分の吸収に対しては、ミコリザの役割が大きく期待されるようである。

#### 大豆に対するミコリザ菌の接種効果

リン酸が欠乏している圃場で、リン酸施肥区、ミコリザ菌接種区、ミコリザ菌接種+リン酸施肥区、ミコリザ菌無接種リン酸無施肥区を設けて接種効果をみたところ、無接種無施肥区に比べ、接種区では24%の増収を示し、リン酸施肥区より高い傾向さえうかがえた。施肥した上に、接種の上のせ効果は認められなかった。以上の外にもこれに関連したことが、アジア野菜開発研究センターでいくつか報告されているが、窒素固定にはリン酸が必須であることから、上の結果は十分うなづける。

#### その他予想されているミコリザの役割

以上、リン、亜鉛栄養をミコリザを抜きにしては論じられないことを述べてきたが、南方で瘠地に耐えるといわれているキャッサバも、ミコリザに大きく依存していることがわかり、もしもこの感染がなければ著るしくリン要求性の高い作物だということが明らかにされている。そのほか乾燥に対する抵抗性、高塩濃度、高温に対する抵抗性等まで、ミコリザの役割としてあげる人があり、確かに可能性として検討価値があるものといえる。

#### おわりに

作物の根は大部分ミコリザ菌に感染しているので、接種効果は余り大きくないかも知れない。しかし低温とか農業撒布とか、その他の理由で、菌の活力が低下して十分、ミコリザの養分供給力が発揮できない場合もある。とすれば、ミコリザ接種が早速効果をあげる場面もあり得る筈で、また今後ミコリザ菌の種類、作物種との親和性の問題等、研究場面は極めて広い。我国の土壤はリン酸固定力が極めて強い。このような土壤でのミコリザの能力がどんなものか、さらには、リン資源の節減を考えると、ミコリザの研究は緊急の課題といえよう。