

土壤微生物セミナー(Ⅰ)

≡ 生産力との関連を中心に ≡

雪印種苗(株) 技術研究所

技術顧問 沢田 泰 男

1 土壤微生物の問題には、どのような理解が必要ですか

陸上の生物では、エネルギーと物質の授受は土壌を通して行われており、そこには、環境に応じてさまざまな微生物が生存します。土壌は微生物の宝庫であるといわれるほど種類も数も豊富ですが、それでも、現在の分離・培養技術で扱われているのは全体の1/10にも満たず、未知のものがはるかに多いと考えられています。

土壤微生物の大きな特徴は生息の場が巨視的にも微視的にも多様で、不均一であるという点です。このことは、土壌の種類や条件によって、微生物の総合的な作用、働きの度合いも違ってくことを意味します。そこに、なんらかの法則性がないかを探る努力が払われています。

環境の変動は、当然、単一の微生物の生存と能力、個生態の問題にも関係しています。その微生物の能力の発現や制御、また、遺伝学的な変異について、環境とのかかわりを考えていく必要があります。

今一つは、土壌には多種類の微生物が混在し、それぞれ影響を及ぼし合って生息しているということです。好気的な畑土壌に絶対嫌気性菌が生存するという事実は、土壌の微視的な不均一性ととも、好気性菌による局所的な酸素消費を伴うことを考えさせます。

土壤微生物の大部分は有機物に依存して生活しますが、微生物が利用しやすい物質は活発な栄養競争にさらされるため、通常、土壌中の多数の微生物は栄養的には枯渇して、ほとんど維持エネルギーによって生存しているとみられています。

土壌の微生物の働きを評価するために、種類構成(微生物フロラ)を知ることは重要です。単に細菌、糸状菌という大きなグループだけではなく、特性に基づいて内容・種類を識別することにより、さらに的確な情報を得ることができます。

土壌条件によって、微生物フロラやそれらの働きに変化があるところから、土壤微生物の問題はいわば作物-土壌系における微生物生態の問題でもあります。しかし、一方では微生物の本質的な性状が明らかにされる必要があります。関与する微生物の、菌学的、生理的、あるいは遺伝学的な情報は現象の因果関係や環境での制御機構を知る上に重要となります。

土壤微生物研究の大きな目的の一つに、農業への適用の問題があります。いうまでもなく、窒素やリンをはじめ種々の栄養素の有効化や、水分・



写真1 糸状菌の菌糸に付着するバクテリア
菌糸の先端に異常がみられる。土壌中には常に微生物間の相互作用がある

土壌空気、作物病害の発現・制御など、農業生産の重要な場面に微生物の関与が示されています。そのいくつかの例は後で触れようと思いますが、だからといって、単純に微生物数や活性を作物生産と関連づけようとするのは性急に過ぎるといえるでしょう。少なくとも、生産要因と微生物性との対応を考える必要があります。

2 土壌の生産力や地力について、微生物診断というのができるでしょうか

簡便な微生物診断は従来とも大きな関心事ですが、的確な方法は残念ながら見当たりません。土壌の微生物性そのものが環境の変動や生物相互の関係に左右され、基本的に、物理性や化学性のようにならぬ一定の物理量で表し難いのが最大の理由といえます。

一部には、細菌、放線菌、糸状菌の菌数比率を用いることが試みられています。全般に細菌・放線菌が比較的安定な物質代謝に関係し、作物根に好ましい影響を与えるのに対して、糸状菌は主に未熟な有機物に発育して、多くの作物病害の病原菌にもなることから、細菌・放線菌が優位な構成の方が生産力には望ましいという見方ができます。両者の比率(B/F値)の大小が一つの目安にされるわけです。

ただ、この比率は限られた土壌系での比較はできても、種類や来歴の違う土壌を一括して比べるのには無理があります。細菌・放線菌にも病原菌がありますし、環境によって大きな変動があります。適用の限界に注意を要するだけでなく、数値だけが一人歩きするおそれが否めません。

さらに糸状菌では、通常の希釈平板法で測定される菌数は大部分生理的に不活性な孢子に由来しています。どちらかといって、糸状菌が生息しやすい土壌環境を反映するかもしれませんが、内容的に必ずしも活性の高い種類の数を示さないことは事実です。

一方、土壌中の微生物菌体もやがて新たな物質代謝に取り込まれていくことから、その存在量(微生物バイオマス)やバイオマス窒素を潜在的な地力の指標とみなすことができます。細菌・放線菌については菌数からも計算されますが、糸状菌は

直接菌糸の長さを測定します。便宜的には、土壌殺菌の有無を対比する化学的方法が用いられています。また、土壌呼吸量、微小熱量、細胞のATP量などが全体の微生物活性の指標として比べられることもあります。

フロラの内容という面で、細菌、糸状菌とも種類組成の多様性に注目する見方があります。同じ土壌系についてみれば、種の多様さは、その働きの相互関係によって総合的に生産に安定に寄与する可能性があるともみることができます。分類学的な種類に限らず、近似の性質で分けられるクラスターでも求められます。

微生物診断は、あくまで参考データに過ぎず、まして基準値のようなものがあるわけでもありません。仮にある指標を用いるにしても、例えば、B/F値やバイオマスについて生産が高いこととの因果関係を説明するものではありません。

生産力という言葉自体が非常に包括的な表現です。微生物フロラについても、実際には特定の機能を持った微生物の存在とか、病害の発生や抑制など、環境や相互関係を見極めた上で、具体的な問題に絞ってレベルの差を比較すべきものといえます。

3 病害抑止型土壌とはどんな土壌ですか 土づくりを目指すことができますか

土壌病害の発生は、環境での作物の生育と病原菌および病原菌に拮抗する他の微生物の働きとの相互のバランスに左右されます。

これまで、特別な病害防除の手段を講じなくても病害が発生しない、あるいはほとんど問題にならない土壌があることはしばしば経験されてきました。堆きゅう肥や石灰資材などの施用で一時的に抑制されるのとは違う、そのような抑止性を持った土壌を病害抑止型土壌と呼んでいます。

この現象は、①病原菌がその土壌に住みつけないもの、②住みついても病気を起こさないもの、③住みついてもはじめは病気を起こすが、その後、次第に病気が衰退していくもの、の三つのタイプに分けられます。

ある抑止型土壌で病気が抑えられるのは、特定の病原菌と近縁のものに限られており、これは病

原菌の生態の違いに関係しています。例えば、フザリウムの病害に抑止的でもフィトフソラによる病害は抑制されず、したがって、対象となる病害または菌の名前をつけてフザリウム（病）抑止型土壤のように表現されます。

これまで、こうした土壤の発見と抑止性の仕組みについての研究が進められ、病害の生物的防除に向けて、土壤の性質や病原菌に対する拮抗微生物が次第に明らかにされています。

上記の三つのタイプも、それぞれ違った要因が関係しているとみられます。ただ、いずれも土壤の微生物フロア、特に細菌群の活動に主として起因しています。病原菌に対する微生物の働きには



写真2 根の周辺の微生物
病害抑止型土壤では細菌の増殖が目立つのに対し(上)、発病型土壤では糸状菌の生育が多い(下)

いろいろな場合がありますが、抑止型土壤では特にこうした働きが強調されていると思われます。

フザリウム病を中心とする病原菌の住みつきが悪い土壤では、病原菌を抑える微生物の活性保持にとって、好適な土壤環境が長い間存在していたことを考えさせます。いわば土壤固有の性質に依存するところが大きく、一方、病原菌は住みつきが発病しない土壤では、病原菌の増殖や被害を抑えるような土壤の全体的な微生物活性とか生産力、つまり、その後付け加えられた性質に多く関係していると思われます。

はじめに触れたように、短期間の土壤管理による病害抑止性は抑止型土壤とはいえません。したがって、新たに付加された性質といっても、やはり相当の期間にわたって徐々に出来上がったものです。本来、土づくりとはこのような性格のものといえます。病原菌が住みつかないような土壤には、特殊な拮抗微生物が存在しているとみられるのに対して、病原菌は住みつきが発病しない土壤では一般的な拮抗微生物が働くと考えられています。

抑止型土壤に近づけるような土づくりというのは、このような一般的拮抗微生物を頭に置けば、細菌型の微生物フロアを助長するような土壤管理が重要になってくるでしょう。具体的にはいろいろなケースがあると思われます。よく言われることですが、偏らない作付けや適切な有機物・石灰の施用など、やはり長期にわたる管理に支えられるといえます。

4 土壤の静菌作用とはどんなものですか、微生物にどう影響しますか

糸状菌の胞子を適当な栄養培地に移すと、やがて菌糸を伸ばし発育します。しかし、土壤中では胞子の発芽や菌糸の発育が抑えられるという現象があり、土壤静菌作用と呼ばれています。セロファンフィルムや寒天層を隔てても影響がみられ、広くすべての土壤に認められています。胞子の種類により感受性に相違があって、一般に形状の小さなものほど影響が大きいといわれています。

静菌は殺菌ではなく、外部から持ち込まれる微生物に対する抑止作用で、表層土や多有機物、中

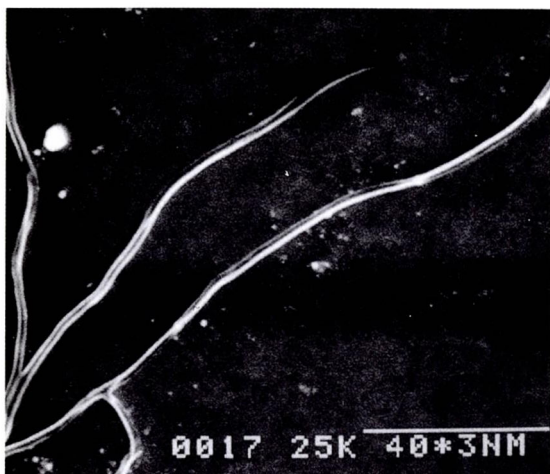


写真3 土壌静菌作用
糸状菌胞子（フザリウム菌）は殺菌土壌
中ではよく発育するが(上)、自然土壌で
は抑制される(下)

～微アルカリ性などで大きく、土壌中の微生物活性の増大に相応しています。殺菌処理によって消失し、また、エネルギー源（栄養物質）を加えることで低減されます。

はじめ糸状菌について発見された現象ですが、その後、放線菌、細菌も同様の影響を受けることが確かめられています。

病害抑止型土壌の一般的拮抗微生物による抑止のメカニズムは、この静菌作用が関係しているとみられます。実験的にも、有機物施与などで微生物の活動が高められた土壌は、病害助長土壌より明らかに静菌作用が強い傾向があります。この観点から、土づくりの上でも静菌作用を高める方向

が目指されています。

しかし、静菌作用の本体については、土壤微生物の存在と密接に関係しているとされながら、現在もまだ明確にはされていません。そのなかでは、従来、各種の静菌物質、例えばエチレン、アンモニアなどの揮発性物質や非揮発性水溶性物質の存在（静菌物質説）、あるいは、栄養ストレス下の土壌では、他の微生物との栄養競合から土壤微生物集団による栄養収奪が起こる結果、胞子内貯蔵物質の消耗をきたすことが原因であるという見方（栄養欠乏説）が多く示されています。

しかし、必要な栄養を含んだ培地でも、増殖する細菌の近傍では発育阻害を完全には回復しえないということからも、説明しきれない他の原因があると予測されています。

土壌の静菌作用は病原菌の発育阻止には極めて好都合ですが、反面、有用菌の利用に際しては大きな制約になっています。有用微生物の接種源を自然土壌に加えてみても、期待に反してほとんど発育しないという現象はよく経験されるところで

す。このような影響を避けるには、微生物の土壌接種のところで触れたように、一時的にしる他の微生物と接触する機会をできるだけ少なくする方法、接種源の選択とか、また、接種微生物の発育を促す栄養の供給を考慮するなど、微生物間の競合を有利に導くことが必要と思われます。

次回予定

有効利用を中心に：微生物の拮抗作用にはどのような仕組みがありますか／微生物の土壌接種は本当に期待できるものですか／微生物資材にはどんな問題点が指摘されますか

