

「根圏土壌の生態学的研究」について

代表取締役 水野貞明

【はじめに】

また、「**土壌・土壌生物の働きと生態系における物質循環**」について多くを学ぶとともに、樹木を日々取り扱うものとして、樹木の根系及び根系が分泌している**有機酸**、またその周辺土壌の役割・働きについてもぜひこの機会に理解を深める必要があります。以下少し、その関連分野の資料から要点を抜粋しつつ纏めてみました。ぜひ、前記同様にこちらもご一読されることをお勧めいたします。

根圏土壌とは根と接触している部分の土壌の呼び名で、「土壌と植物のインターフェイス」とでも呼べるところである。ここでは、**根に吸収される養分や水分、逆に根から分泌される有機物などが混在し、土壌微生物などが最も活発に活動している**。このような根圏土壌での物質の移動や変化を明らかにするには、土壌の物理、化学、生物学的な性質を総合的に検討する生態学的手法が必要である。植物は土壌から吸収される養分や水分の多少に応じて、土壌に働きかけをして、**土壌を生育しやすい環境にしている**ことが今後明らかにされるであろう。

根圏

根の周囲の水分や養分は、根の活動によって吸収され減少します。減少した分は根から離れた場所から補給されるが、補給が追いつかないと養分の欠乏地帯が生じる。特に**リン酸**のように土壌粒子に吸着されやすい養分は、土壌中の移動速度が遅いので施肥量が少ないと欠乏状態が長く続き、作物の生長も中断してしまう。

一方、**根冠**からは細胞が脱落し**ムシゲル**が分泌され、ムシゲルは根自体によって合成され微生物が共存するとその量は増えます。根冠よりもやや上部位でも表皮細胞が老化し死んだ細胞が剥離され脱落し、根自体からも**糖・アミノ酸・ビタミン**なども分泌され、これらもムシゲルと一緒になる。さらに土壌の**粘土鉱物**や**微生物菌体**もムシゲルと一緒になる。また、ムシゲルがない根冠から離れた古い根の部分では、老化した脱落細胞や根からの分泌物が直接土壌に放出される。このように根からはいろんな形で有機物が放出され、有機状態では作物が光合成で同化した炭素の**12～40%**が根から放出されると言われており、土壌中の微生物にとって絶好の餌場であり、根の防御機構を破れる菌にとっては、さらに根の内部は餌の空間となる。このような養分範囲と微生物範囲の両面から**根圏**という。根圏とは根そのものと、根の影響のおよぶ根の周囲の土壌から成り立っている。

根の構造と働き

作物は根から養分や水分を吸収するとともに、微生物に餌を提供している。根を理解するためにまず、根の構造をみることにする。

中心柱：作物の体を支える骨格で硬く、根の吸収した養分を地上部に運ぶ導管と、光合成物質を根に運ぶふるい管がある。

皮層組織：表面の表皮組織と中心柱との間が皮層組織で細胞は大きく、細胞間には比較的大きな隙間が開いている。ここではでん粉や吸収した養分を貯留し、細胞間の隙間では上部から根へ酸素を運ぶ。

根冠：根冠は、その後部にある生長点を保護する役割をもっており、生長点で細胞分裂が活発に行なわれ、中心柱、皮層、表皮、根冠となり根は先へ伸びていく。根の伸長にともなって古い根冠は、そのまま根から脱落していく。そして根冠からは**ムシゲル**という粘性の高い**多糖類**が分泌され、土壌に根の貫入をスムーズにす

る。ムシとは粘性という意味でムシゲルと呼ばれる。ムシゲルは根冠部で最も厚く、根の側の根毛が活発に生長する部分までおおっている。

根毛 : 根毛は一番外側の表皮が成長したもので、通常根冠には根毛はなく先端から5ミリ程度の位置から形成され始める。根毛によって根の表面積は3倍くらいまで増加する。このため水分や養分の吸収には重要な役割を果たす。

根の微生物の定着

根は微生物の攻撃から身を守るため**抗菌物質**を保持しており、抗菌物質に耐性のない菌は根面に定着しても数日で消滅してしまう。耐性のある非病原性のカビの場合、根面で菌糸を伸ばし2ヶ月目あたりから根の内部へ侵入をし始める。しかし、その能力には差があり、表皮組織や皮層組織までしか侵入できないカビと、中心まで侵入できるカビとがある。細菌はカビに比べて表皮を構成している高分子物質を分解する能力に劣り根の内部に侵入することはできない。しかし、センチュウや土壌害虫が破いた穴や2次根が形成されるときにつくられる付け根にできる穴、古くなって崩壊した表皮組織の穴などからは侵入できる。若い根には抗菌物質も多いので、生育後期から細菌の侵入が活発になってくる。

根圏の微生物

根圏に定着する微生物の種類は非根圏土壌のものとは若干異なっている。定植後2, 3ヶ月の間で細菌とカビ菌糸の量を比較すると、非根圏土壌ではカビ菌糸の重量の方が細菌よりも3, 4倍多いのに対して、**根圏では細菌の重量がカビ菌糸の重量と同等か多い**。これは根から低分子の有機物が供給される結果、細菌の増殖速度が速くおこなわれる為である。しかしこれは連作してない作物で2ヶ月目まで、連作すると前作で集積したカビの非建研土壌での密度が高く、当初から根圏でのカビ菌糸が多い。また連作してないものであっても2, 3ヶ月以上たつと、カビが根に侵入して、根からの養分を直接吸収して著しく増殖することでカビ菌糸の重量が増すことになる。

非病原性微生物の役割

無菌状態で植物を栽培すると、有菌状態よりも根の長さ、量、分岐が多くなり根が広範に広がる。しかし、自然界では無菌状態はなく、無菌状態に**病原性微生物**を接種すると、ほぼ全部の固体が病気になってしまうが、**非病原性微生物**を同時に接種すると病気になる固体が激減する。これは非病原性微生物と病原性微生物の間で競争が起きて、素早く増殖できる非病原性微生物が、病原性微生物を排除することで、病気の抑制効果を発揮している。病原性微生物のレベルが高くなると非病原性微生物でも病気を抑えることができなくなる。

根圏でのpH

根圏では根によって**養分・水・酸素**が吸収され、**有機物**や**二酸化炭素**が放出され、根に集積した微生物によって**物質代謝**が営まれており、この結果として根圏の環境は非根圏とは異なっている。その一つとして水素イオン濃度(pH)がある。

根は自ら**有機酸**を分泌しているが、その量は作物によって異なる。分泌量の多い作物には大豆があり、分泌量の少ないものにはレタス、カボチャ、シソ、小麦などがあり、その中間としてキャベツ、ハウレン草、白菜、ナス、胡瓜、トマト、とうもろこしなどがある。**有機酸の分泌量の多い作物ほど、根圏のpHが低く酸性**を示している。

根圏のpHは施肥によっても変わりアンモニア態肥料(硫安)と硝酸態肥料(硝酸カルシウム)を施した場合では、**アンモニア態肥料**では酸性へ、**硝酸態肥料**ではアルカリ性へと向き、場合によってはpHで1以

上の差がつく場合があります。pHが1違うと水素イオン濃度は10倍違うことになり、微生物の活動にも大きく影響を与えることになり、病原性微生物に対しても病気の出方に変化がでてくることになる。酸性土壌で猛威をふるう病原菌、胡瓜・メロン・スイカのつる割病、トマト・牛蒡の萎ちょう病などのフザリウム病、リゾクトニア病や菌核病ではアンモニア態肥料で病気が激化し、硝酸態肥料では軽減される。アルカリ性土壌で猛威をふるうコムギ立枯病、ジャガイモそうか病、タバコ黒根病などでは硝酸態肥料では病気が激化し、アンモニア態肥料で軽減される。