## ~土壌管理者の皆様に~

芝草管理・農業においては、潤沢な資材を投入出来た時代から、コストをかけない管理手法を創出する時代を迎えました。 温故知新(古きを温ねて新しきを知る)という言葉に人間の叡智をみることができます。土壌の生産力(地力)・有機物・腐植・土壌微生物の関係を理解し活用することが、新しい時代の管理技術の創出に役立つと信じます。地力すなわち土壌の生産力は人間のそれに例えれば体力です。地力の源である土壌中の腐植(微生物の働きで有機物を分解して出来る物質)は一朝一夕には出来ません。

芝草管理技術・農業技術とは、一方において地力を生産に換える技術であり、他方では消耗する地力を受容涵養する技術であるといえます。無機物の塊である土を地力に富む土壌に変換するためには、有機物の施用という管理者の営為を必要とするばかりでなく、4億5000万年もの長きに亙って世代を重ねてきた大小の土壌微生物群の働きを借りなくては不可能なことです。

土壌微生物の多くは、栄養源として窒素 (N) などの無機養分を、またエネルギー源に有機物の炭素 (C) を必要とします。有機物は動植物の遺体または、動植物対の分解に関与した微生物の遺体がその主要な部分を占めています。したがって、植物や土壌微生物が必要とする無機栄養分がバランスの取れた状態で、しかも適当な濃度で含まれたいます。さらに植物や土壌微生物がすぐに利用できる無機体の栄養ばかりではありません。

有機物や菌体に取り込まれている無機成分は徐々に、土壌中に放出され、植物や土蔵微生物にやがて利用されます。土壌微生物には (驚くべき環境適応能力ばかりでなく)環境改変能力があります。そのひとつが土壌を団粒構造にする能力です。細かな土壌粒子(粘土・シルト)を集めて団粒を作ります。団粒はその中に水を貯え(保水力)、団粒間の比較的大きな空間には空気を貯え(通気性)ます。この大きな空間は降雨などによる過剰な水分を排除する(透水性)機能をもちます。このような土壌構造が植物の根にとって快適な環境条件であることはいうまでもありません。

土壌には、ウイロイド・ウィルスをはじめ細菌、放線菌、糸状菌、原生動物、線虫、昆虫など、その種類ばかりでなく、創造を絶する個体数の土壌微生物が生息しています。そして、それらの間には、捕食・寄生・競争・抗生の関係が存在し、単一種類の土壌微生物が無限に繁殖できない規律があります。したがって、植物病害に抵抗性のある土壌とは、土壌微生物が多様でありかつ密度が高い土壌といえます。

植物の根からは、炭水化物・アミノ酸・有機酸・活性酵素のほか、土壌微生物の成長を促したり抑制したりする有機物が分泌されます。土壌微生物は、これらの一部をエサとして生活しています。そしてこれらの分泌物は植物の種類によって質と量が異なります。同一植物を連作すると、これを好む土壌微生物が定着し、たまたまそれが植物に有害な病原菌の場合は、連作障害となることが経験的に知られています。したがって、ゴルフ場の芝草栽培やハウス栽培は必然的に連作障害を招きます。よって、これを防ぐ為には、土壌微生物相を多様にするため、管理者の営為が必要になります。

有機物は大別すると、炭水化物・脂肪・およびタンパク質に分解できます。もちろんこの他にも、リン酸・硫酸・苦土・加里・ソーダ・硝酸等 70 種類以上の元素が含まれています。また有機物は、土壌微生物に利用され易い成分が多いか少ないかによって無機化の難易が異なります。最も分解され易いタンパク質中の窒素の約 80%はアンモニアを経て硝酸(Nitrosomonas,Nitrocystis という細菌の働きによる)硝酸(Nitrobacter という細菌の働きによる)に変化し、再び植物に吸収され、アミノ酸からタンパク質に再合成されます。腐植は有機物の分解によって生成された各種の低分子の有機物が集まって出来た高分子の有機物と考えられています。腐植は電気的にマイナス(一)に帯電しているため、プラス(+)に帯電しているアンモニア・石灰・苦土・加里・などを引きつける性質があります。腐植が蓄積すると土壌から肥料養分が逃げにくく(保肥力)なるのはこのためです。腐植それ自体は安定していますが、徐々に土壌微生物の分解をうけ窒素を放出します。植物は必要な窒素の多くを簡単に分解するタンパク質から、またわずかの量を腐植から得ます。新鮮な有機物を施用すると、土壌微生物による急激な分解の結果、多量の炭酸ガスや嫌気状態で発生する還元性の有害ガス(硫化水素・アンモニア・メタン)により、植物が呼吸阻害を起こし、養分や水分の吸収が抑制され、生育不良をまねくことがあります。そのために、完熟した有機物が望ましいことも既に知られています。炭素率(C/N 比)は有機物分解の難易を表す重要な目安になります。土の炭素率は10 前後です。自然界では有機物が土壌微生物によって分解されると、限りなく土の炭素率に近づいていきます。炭素率と植物の窒素飢餓の関係は次の通りです。

有機物が土壌微生物によって分解されると、有機物中のタンパク質はアミノ酸に変化します。土壌微生物はアミノ酸をそのまま吸収して栄養分として利用することが出来ます。ところが植物はアミノ酸を根から直接吸収する事が出来ません。アミノ酸がアンモニア・亜硝酸を経て硝酸に変化してからでないと根から吸収できないのです。ですから、土壌微生物が急激に増殖し、菌体をつくるためアミノ酸をたくさん吸収してしまうと、植物は窒素を利用できなくなり、窒素飢餓を起こし黄化してしまいます。この関係の目安が炭素率なのです。

土壌管理に腐植を活用すると(腐植が生まれる)微生物が多様で豊になります。土壌微生物の働きにより、土壌の理化学性が植物の生育に好ましい環境条件に変化するばかりでなく、病害抵抗性も高まります。このな土壌環境は植物育成の基本となり、植物が作りやすく、均質な植物となり、色鮮やかな植物で、多くの分げつ(増収)が望めます。



参考資料:水・植物生理・土壌微生物酵素・植物栄養 石田氏

植物生命を維持するのには、エネルギーが必要でありそのエネルギーを得るためには、植物は代謝を行っています。 植物の生長に欠かす事のできない窒素代謝に不可欠な菌類は、アンモニア化成菌、脱窒菌などが挙げられ、それら が土壌中に生存して、根に直接影響を及ぼしています。ある種の細菌や糸状菌は、ジベレリン、サイトカイニンなど の植物生長ホルモン、抗生物質さえも根圏域で生産しています。これらの微生物の活動に欠かせないのは窒素ですが、 有機物の分解は徐々に進むため、一気に流れ去るような窒素ではなく、徐々に効いてくるようなタイプの窒素が必要 となります。そこで、植物物質の堆積物であるフルボ酸と腐植酸が重要となってきます。フルボ酸より大きい分子 サイズの腐植酸は、フルボ酸より安定しており、土壌微生物によって直ぐに消費、または破壊される可能性は小さく なります。時間の経過と共に腐植酸は徐々に分解して、分子サイズが小さくなりフルボ酸となります。従って実際に はかなりの量のフルボ酸が存在している場合も植物有機体中の腐植酸の溶液には、フルボ酸が含まれていますが、 その逆はありません。腐植酸の溶液は、フルボ酸だけの溶液よりずっと強力であり、腐植酸の分子はカルボキシル基 (-COOH) やフェノール酸基 (OH) などの原子を含有しており、これらカルボキシル基やフェノール酸基はほとんど の植物養分および最も重要な水とのキレート化効果が非常に高くなっています。また陽イオン交換能力(CEC)と保水 能力の増加、必須養分の保持、芝生などの植物の養分接種環境を改善することによって、流出などの酸形成の増加に 対しての土壌の安定化と施肥時における施肥ロスの軽減、および有益な微生物活動と根の生長に対しての刺激、カル シウムの土壌中の浸透と保持が望めます。フルボ酸や腐植酸は、それらが最も必要とされる下層土(-5cm以下)の 植物(芝生など)根圏域での土壌環境の改善をする働きがあります。つまり、カルシウム化合物に対する反応が早く 、使用を効率化するので、土壌環境を大いに改善することが可能となります。

スポーツターフでは、リン酸とカリウムが最も大切な養分です。吸収量も多く、カリウムはカルシウムとマグネシウムとの拮抗作用がありますので、土壌中の養分を整えないと根からの吸収も促進されません。それに有機肥料と腐植の増大にも大切な物質になります。

窒素は施用直後を除けば腐植中に有機窒素として存在し、光合成細菌などにより分解され、アンモニア態窒素や硝酸態窒素に変化し植物に吸収されます。また、スポーツターフにおいて大切なのが分けつです。それを促進させるにはリン酸(カリウム)が最も重要となり、リン酸の効きを良くするには無機類の可溶化が重要となります。そのための有用微生物の活性を高めるには、有機肥料内のアミノ酸成分が大切になります。微量要素は、カルシウムなどに吸着したり流亡したりします。それを防ぐには腐植の確保が重要となります。微生物の活性力を維持して常に芝生内に吸収できるようにしていく事が必要となります。土壌中のカルシウムなどの分解が進めば鉄の吸収面の改善にも繋がり、マンガンなどの重金属類はマグネシウムなどと同じ葉緑素の構成成分です。スポーツターフにおいて葉は硬くすることが重要となります。植物の根からは、その植物特有の分泌物を排出したりしています。その分泌物を求めて微生物は根圏域に集まってきます。

根圏域の微生物は、非根圏域に比べてはるかに多くなっています。この根圏域微生物は、各種の有機物を分泌し、植物の根はそれらの微生物の排出物を利用しています。微生物の排出するアミノ酸、低分子量核酸類などは、その植物(芝生類)の生殖生長などに非常に有効的に寄与しています。

植物(芝生類)の根は本来、無機、有機を問わず選択的に、それら成分をうまく吸収する能力を持っています。そうした根の機能を十分発揮できるようにするのが根の近くで活躍する根圏微生物となります。植物の根と根圏微生物とは、切っても切れない深い関係にあり、この関係を良好に保ち、共存共栄の環境を作るのが土壌環境を整えていく基本となります。

根圏微生物がどのように影響を与えているか、微生物の作用を理解してはじめて、根に活力を与え、植物(芝生類)を健全に生長させることができます。ただし、連作障害の土壌では、その根に進入できる菌(病原菌など)が根や茎で、増殖し、生き残り、感染増殖するというサイクルを繰り返して病原菌が集積します。また、そのような土壌では多くの場合、肥料の多量施用による芝生生育の不健全化が生じ、更に有機物の分解が起きずに蓄積が早まり、土壌中でのガス化が始まると共に有機質(肥料)の不足で地力低下が起きます。さらに、踏圧により根張りが悪くなり、病気にかかりやすく、また機械などに付着した菌類の伝搬も生じ、病気の激化を起こすようになります。

植物(芝生類)の健全な生育生長には、根の活動と根の伸長が最も重要となります。通常、根の充実は昼夜行われていますが、無機的な土壌環境で微生物の分泌量が少ない場合は、夜の根の伸長充実が図られにくくなります。 それに対して、微生物が多く分泌量が多い土壌環境では、それぞれ根に取り込まれ、根の伸長、充実が夜も進められることになります。

微生物の生活空間は、土壌中の2~3割程度です。微生物の立場に立つと見方はまるで違ってきます。土壌(砂層)は、もっと細かく見なければなりません。それは、微生物は体長が0.001m/m程度の極めて小さな菌類であり、土壌中にできた狭い隙間は、微生物にとって生活空間の全てなのですから。したがって、微生物の立場から土壌を見れば、非常に細かな構造が大きな問題とされなければなりません。では、微生物は土壌中のどんな場所に住みつく事ができるのでしょう。

土壌は、固相、液相、気相で成り立っています。これを、土壌三相と言います。

固相は、土壌粒子や有機物などの固体からなり、微生物が入り込むことはできず、もちろん住むことはできません。 気相は、土壌中の気体で満たされている空間ですので、住みつく事は難しいでしょう。つまり、微生物の生活できる 場所は、液相だけと言っても過言ではありません。土壌中の限られた生活空間ですが、微生物が活発に活動できる 環境を整え、植物の根と根圏微生物の良好な関係を保ち、共存共栄を目指す事が土壌管理と言えるでしょう。

資料:植物の生命維持には腐植物質と土壌管理 宮崎正光

