

土壌と肥料

深野 文孝

ばら教室のとき、HB101とか万田アミノアルファ等は効果があるのですか？との質問を受け、私は使ったことがないので返答できませんでした。

バラ会の会員の中には、このような活力剤についてどんなものか知りたい方もおられると思います。私も活力剤について知りたかったので、土壌そして肥料について調べると何か解るのではと、本を購入して読んだところ、少しは理解できましたので、「土壌と肥料」ということで取りまとめました。

1. 土壌について

① 土壌圏と物質循環

地球の表面は土壌に覆われ、その上には私たち人間を始め、非常に多くの種類の動物や植物、そして微生物などの生き物が生活しています。これらの生物は有機物から構成されており、大気や水と共に太陽のエネルギーを利用して生きています。

太陽エネルギーを有機物生産に直接利用できるのは、葉緑素を持つ植物と一部の微生物だけで、葉緑素を持たない生物は、すべて植物が作った太陽エネルギーの産物である糖類や炭水化物、タンパク質、油脂などを直接食べるか、あるいは、それを食べた動物を食べることにより生活しています。植物は土壌から水や養分を吸収し、太陽エネルギーを使って光合成で育ち、落ち葉は土壌で分解されます。動物は植物を栄養源として育ち、排泄物や遺体も土壌で分解されて植物の栄養源となります。これらを土壌の浄化作用といい、その土壌を土壌圏といっています。

土壌圏では数多くの動物や微生物がそれぞれの役割を担って活動しており、土壌はこれらの分解者のための場の提供とともに、土壌生物が作った、植物に必要な肥料成分の貯蔵庫としての役割をもっています。

地上の生物は、土壌圏の分解機能や作物生産機能を活用して、一連の循環を絶えることなく過去から現在、現在から未来へと引き継ぐことによって生命圏を作っています。このように、有機物の分解と生成された肥料成分を植物に提供する土壌圏は、物質循環の中核であり、生命圏をはぐくんでいます。これらの物質の変化に必要なエネルギーは、太陽エネルギーが変化したものです。

太陽エネルギーは強力で、地球に降り注ぐ太陽エネルギーは年間 5.4×10^{24} 乗ジュールと云われています。最もたくさん利用している植物でさえ0.4%以下しか利用していませんが、それでさえ、世界で消費されているエネルギーの約7倍にあたる膨大な量です。

私たち1人が一年間に食品として摂取するエネルギーは、畳一枚分の面積が一年間に受ける太陽エネルギーと等しいと云われております。自然界では、植物の落ち葉や、小動物の遺体などが土壌中で分解されて、植物に吸収されるとともに一部は有機物となって蓄積されるので、肥沃な土壌となります。

これに対し、耕作地では、雑草など作物生産を邪魔する動植物は生育させないし、生産物は耕作地から持ち去るので、ごく一部が土壌に還元されるのみで、土がやせていきますので堆肥などの有機物の施用が必要となります。

【参考】

有機物とは、生物が作り出す物質で、植物が光合成で作った物質がもとになっています。したがって、有機物は、すべて、大気中にあった二酸化炭素に由来する炭素Cを含んでいます。

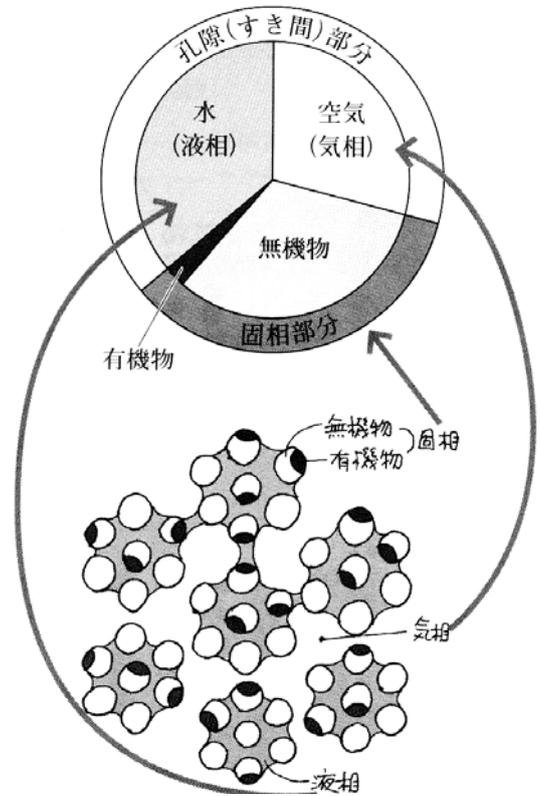
② 土壌の三相分布と団粒形成

土壌は長い自然の営みによって生み出された岩石の風化物と、動植物の遺体分解物からできています。

できあがった土壌は鉱物粒子、土壌有機物などの大小多数の多孔質の物質で、その粒子間のすき間に、水と空気を保持しています。その固体の部分を「固相」、水の部分を「液相」、空気の部分を「気相」と呼び、これを「土壌の三相構造」と呼んでいます。

三相分布は、土壌のかたさや、通気性、保水性などの物理的状态を示すものですが、養分の保持や、根の伸びやすさなど、植物の生育に大きな影響を及ぼしています。

気相30%、液相30%、固相40%が三相分布の好適な割合です。



③ 土壌の団粒形成

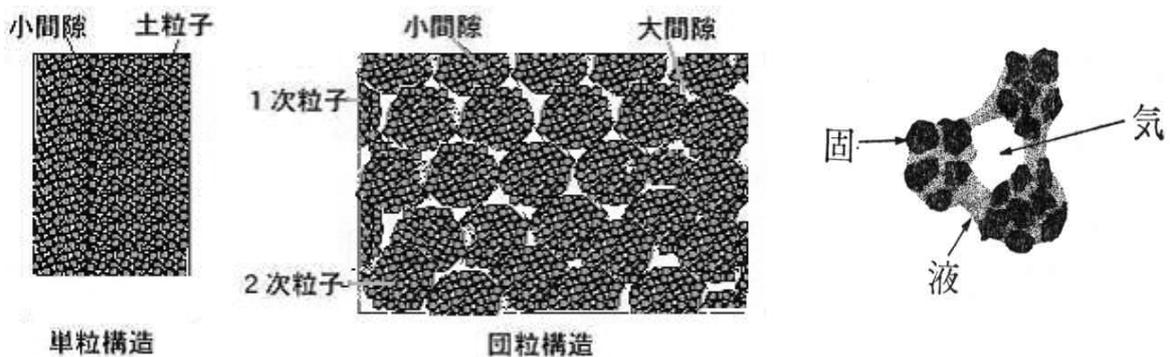
単粒構造の土を耕せば、団粒構造の土になりますが、半年もすると元の単粒土に戻ります。

野菜など半年周期の作物の場合は、促成団粒土でも良いのですが、バラは一度植えるとその場所で何年も育成していきますので、その栽培には向いていません。

土壌に堆肥などの有機質を入れることにより、その有機質を微生物が分解していく過程で作られる代謝産物（糊の役割を果たす）によって、団粒化が促進されます。しかし、この代謝産物もいずれ分解されてしまいますので、堆肥などの有機物を絶え間なく施して、常に微生物の団粒形成をめざすことが必要です。

【図は土壌三相のイメージ】

【土壌の構造】



また、団粒化では、微生物の他、ミミズが地表の落ち葉の破片などを土の中に引き込む習性があり、これをエサとして食べるときに同時に土も食べ、団粒に変えて糞として排せつします。ミミズの糞土はリン酸が増え、体表から粘液（アンモニアを多く含んだ尿）を出しながら掘り進むので、土中の窒素も増え、ミミズの多い土は健康な土といわれています。

欧米では古くからその働きが研究され、ミミズを英語で Earthworm、つまり「地球の虫」という壮大な名前をつけて大事にされています。

④ 土壌 pH と作物の生育

土壌の pH は作物生育に大きく影響します。わが国は雨量が多いため、露地栽培では酸性化しやすく、土壌 pH は、表のように土壌中の各元素の溶解性に影響するだけでなく微生物にも影響します。

【pH と肥料養分の溶解性】



幅が広いところほど養分が植物に利用される

酸性化 (pH が低下) すると糸状菌が優先しますが、糸状菌にはフザリウムのような作物病原菌が多いので注意が必要です。また、窒素吸収に関係が深い硝化菌の生育が抑制されて、作物の生育が悪くなります。

バラが好む土壌 pH は、6.5 付近です。

⑤ 土は生きている

土壌に浄化作用があるのは、土壌中に多種多様な生物が棲んでおり、土壌にはいっ

てくる有機物を分解し、さまざまな物質変換を行い、土壌肥沃度の向上、作物養分の供給など作物生産の基本となる働きをしています。土壌中に生息している生物は、モグラ、ミミズなどの小動物のほかに、多くの微生物が生息しています。

その微生物は土壌有機物中の1%にもなりません、体が小さいため数は非常に多く、土壌1g中に日本の人口ほど約1億の微生物が存在しています。土壌微生物は細菌（バクテリア）、糸状菌、放線菌、藻類、原生動物の五種類に大別されますが、中にはがんしゅ病を起こす細菌がいたり、白紋羽病を起こす糸状菌がいたりして困ることがありますが、多くは有益な働きをしています。

細菌のなかには、肥料として施肥したアンモニウムイオンを硝酸イオンに変化させる硝酸化成菌により、植物が吸収しやすくしています。また、糸状菌の一種であるアーバスキュラミコリサという菌根菌は、植物の根に侵入して、炭素化合物を吸収し、かわりに土壌中に張り巡らせた菌糸からリン酸を吸収して、宿主の植物に提供して共生的な生活をしています。有機物は土壌微生物の生活エネルギーとなり、有機物があると土壌微生物の活性が高まります。有機物が分解されると、窒素やリン酸など多くの元素が植物に供給しやすい形に変化するため、植物の根が肥料成分を吸収することが可能となります。また、微生物は養分貯蔵の役割もあり、根に吸収されない過剰な肥料成分は、微生物に吸収されて菌体となって貯蔵されます。そして、微生物が死ねば分解して植物に供給されます。

2. 肥料について

自然の森の中では、晩秋になると落葉樹の木々は落葉します。地面に落ちた葉は、小動物そして微生物の餌となって分解され、土に返っていきます。そして、動物の糞、小動物の死骸などを微生物が分解し、植物の生長に必要な栄養素を作り出し、森は自然のサイクルが安定してうまく回っています。しかし、庭やコンテナでは、落ち葉は片づけられ、まして雑草とか昆虫などは成育させません。そして生産物は庭やコンテナから持ち去りますので土が次第とやせていき生育不良になりますので、肥料が必要となります。

① 肥料の三要素

バラの肥料は、苗植え付け時の肥料と、夏の元肥そして冬の元肥などあり、窒素(N)、リン酸(P)、カリ(K)はバラの生育にとって必要量が多く、肥料として与えると施用効果が大きいので、肥料の三要素とよばれています。またバラ1株の年間の肥料の量は、成木の場合は窒素30g、リン酸90g、カリ30gが必要と、一般的に云われています。土壌には、金属を含んでいることから、その金属がリン酸を吸着するので、リン酸欠乏にならないよう、多めに施しているようです。

土には、リン酸吸着係数というのがあり、一般の土では100gあたりリン酸700~800mg程とのことですが、火山灰土では、1500mg~2000mgにもなるので、火山灰土ではかなりのリン酸の施用が必要となります。

【三要素の役割】

「窒素」：根の発育や、茎葉の伸張をよくし、養分の吸収同化を盛んにする。過剰に与えると、軟弱に育って病害中の被害を受けやすくなる。

「リン酸」：呼吸作用や体内のエネルギー伝達に重要な働きをし、根の伸張、開花、結実を促進する。

「カリ」：光合成や炭水化物の移動蓄積に関与し、根の発育を促進し、茎を強くする。

② 三要素を除く必須要素（カルシウム・マグネシウム・イオウ）

バラ栽培の本では、肥料の三要素として窒素・リン酸・カリしか書いていないし、また市販の肥料も三要素の比率しか書いていないのが主で、私もこの三要素のみ考えて栽培してきたところですが、最近、ホームセンターでは活力剤として、リキダス、メネデル、HB-101、万田アミノアルファ、菌の黒汁などがあり、これらのラベルを見ても植物の生長にどのような効果があるのか判断できませんでした。

パソコンのネット上で調べても、否定派と肯定派と分かれていて、またこれもはっきりしません。農薬は農薬取締法で規制されていますし、肥料は肥料取締法という法律で規制されています。農薬でも肥料でも該当せず、法的に規制がないため多種多様な製品が活力剤として販売されていますが、なかには、効果があるのか疑問視される製品もあるのではと考えられるので、注意が必要です。

ネット上では、活力剤が思わぬ効果があった方もおられたので、窒素、リン酸、カリのほかにバラが必要とする成分があるのではと思い、調べることにしました。これについては、バラのロックウール栽培用培養液を調べれば、何かヒントが掴めるのではと思い、ネットでしらべて「愛知花き研究所バラ処方」のバラの培養液の表を見つけることができました。

【バラのロックウール栽培用培養液成分表】

成分	愛知花卉研バラ処方(愛知農総試、1997)	
	NH ₄ -N 10%(冬用)	NH ₄ -N 8%(夏用)
NO ₃ (me/l)	12.5	11.0
NH ₄	1.3	1.1
H ₂ PO ₄	3.0	3.0
K	5.5	5.0
Ca	7.0	6.0
Mg	2.0	2.0
SO ₄	2.0	2.0
Fe (ppm)	2.00	
Mn	0.50	
Zn	0.20	
B	0.25	
Cu	0.05	
Mo	0.05	

me/l は 1ℓ あたりのミリグラム当量 (mili equivalent ; me)

NH₄-N (アンモニア態窒素)、NO₃ (硝酸塩)、NH₄ (アンモニウムイオン)
H₂PO₄ (リン酸イオン)、K (カリウム)、Ca (カルシウム)、Mg (マグネシウム)、SO₄ (硫酸イオン)

この表から、培養液には、窒素、リン酸、カリの三要素のほかに、カルシウム、マグネシウム、イオウなどが含まれ、微量元素として鉄、マンガン、亜鉛、ホウ素、銅、モリブデンなどが含まれていることがわかりました。

カルシウムは、有機・無機にかかわらず石灰を施用することがあり、不足する恐れはないと考えられます。

マグネシウムは堆肥、そして腐葉土に含まれていますので、これらを施すことで不足することはないと思いますが、必要量がリン酸に近く、割りと多いので不足することも考えられますが、土壌酸性化予防で、マグネシウムを含んだ苦土石灰等の施用で良いと考えられます。

イオウは日本の土壌には多く含まれているので施肥はしないようです。

③ 微量元素

「植物の生育に必須の元素(鉄・マンガン・亜鉛・銅・塩素・モリブデン・ニッケル・ホウ素等)で含有率が0.01%以下」

微量元素の必要量はごくわずかですが、植物の生命活動に不可欠なもので、培養液に含まれている6つの微量元素のほか、塩素とニッケル(新規)があり、現在、植物には8つの微量元素が認められています。

これらの微量元素は土壌中に含まれており通常の場合不足することはありません。土壌がアルカリ化すると吸収されにくくなり欠乏症状が起きます。露地植えの場合は、有機質の牛糞堆肥・腐葉土を施して酸性化を防ぐため、時に苦土石灰等を施しておけば、窒素・リン酸・カリの三要素の施肥で十分だと思います。

(注意)石灰は入れすぎないように

しかし、プランターとか鉢植えの場合は如何なものでしょうか、用土に腐葉土等の有機質を入れず、パーライトとかバーミキュライトなど人口用土を利用した場合、微量元素はあまり含まれておらず、水やりのたびに流失しますので、微量元素を含んでいない無機質の三要素の液肥のみを与えていると、微量元素が不足して生育不良になることがあると思われれます。この場合は微量元素を含んだ活力剤の効果があるのではと考えられます。活力剤は法的規制がなく、効果に疑問視されている製品もありますので、購入される場合は、使用経験者、またはナーセリーのお店の方に尋ねてください。それから、酵素が植物の成長にどのように影響するのかはよく解りませんでした。

④ 養分の拮抗作用と相乗作用

要素同士の相互作用で、根が養分を吸収するときに、ほかの養分がその吸収を阻害するか、または促進する現象が見られるとのことです。このことを養分吸収の拮抗作用、または相乗作用と呼ばれています。

養分の拮抗作用とは、ある養分が過剰に存在する場合は、ほかの養分の吸収を抑制または阻害する現象です。拮抗作用はその養分が過剰に存在する場合のみ起こる現象で、適量または欠乏の際に拮抗作用は発生しないとのことです。

養分の間には発生する拮抗作用は次の表の通り。

【過剰な養分と拮抗作用】

養分	拮抗対象の養分
窒素	カリウム、ホウ素
りん酸	カリウム、鉄、亜鉛、銅
カリウム	アンモニア態窒素、りん酸、カルシウム、マグネシウム、ホウ素
カルシウム	アンモニア態窒素、カリウム、マグネシウム、鉄、銅、亜鉛、ホウ素
マグネシウム	カリウム、カルシウム
ホウ素	窒素、カリウム、カルシウム
マンガン	カルシウム、銅、鉄、亜鉛、りん酸
亜鉛	アンモニア態窒素、カリウム、鉄、マンガン
鉄	カルシウム、りん酸、マンガン、亜鉛、銅
銅	りん酸、鉄、亜鉛
塩素	窒素

養分の相乗作用とは、養分吸収がほかの養分によって促進されることで、リン酸があると窒素の吸収がよく、マグネシウムがあるとリン酸の吸収がよくなる現象で、養分が適量にある場合にみられ、過剰になると拮抗作用に転じます。

養分間の相乗作用は次の表の通り。

【養分の相乗作用】

養分	吸収促進の対象養分
窒素	りん酸、マグネシウム、マンガン
りん酸	窒素、マグネシウム
カリウム	鉄、マンガン、硝酸態窒素
カルシウム	りん酸、硝酸態窒素
マグネシウム	りん酸
ホウ素	カルシウム（植物体内の転流促進）
塩素	カリウム、カルシウム、マグネシウム、シリカ

⑤ 土の保肥力

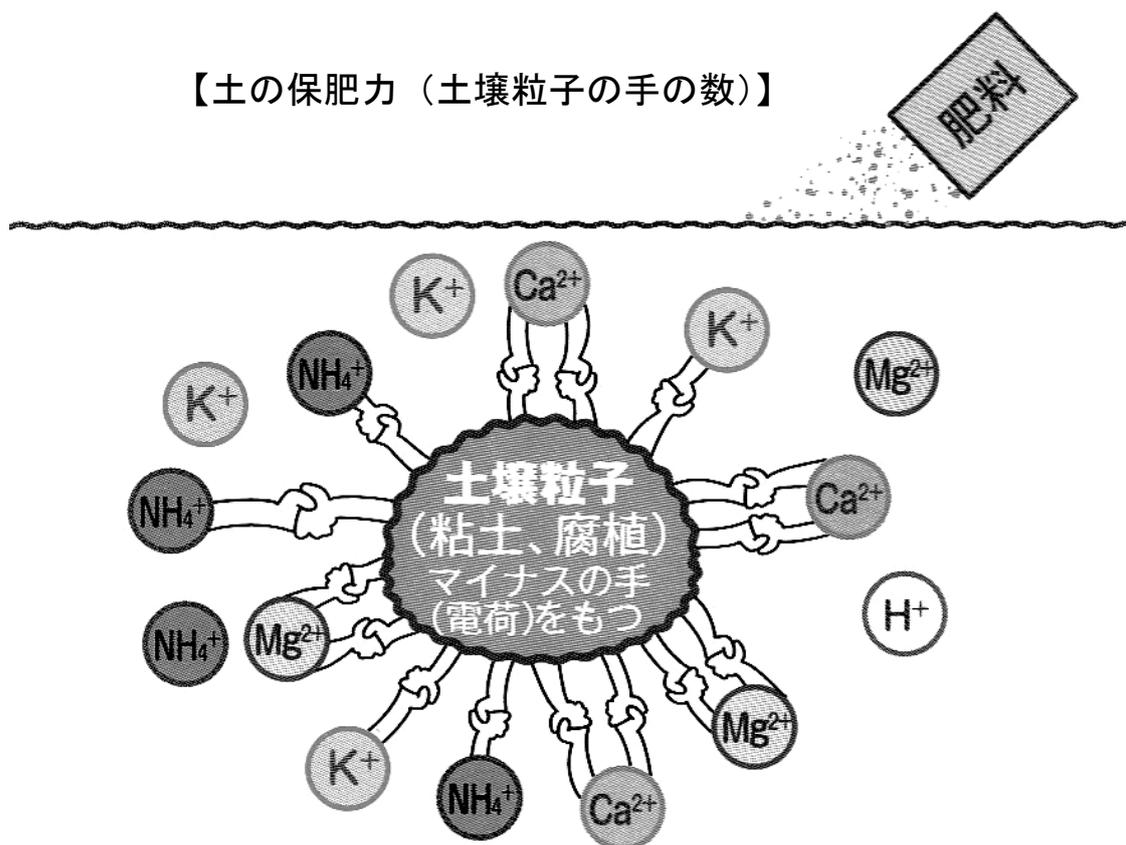
土壌が肥料養分を吸着できる能力を「保肥力」といいます。粘土鉱物や腐植は、通常はマイナスの電気を帯びており、プラスイオンを引き付ける力をもっています。

土壌に施用される養分のうち、窒素、カリウム、カルシウム、マグネシウムは水に溶けてプラスイオンとなり、マイナスに荷電した土壌粒子に吸着されて雨や灌水で流れ出すのを防いでいます。このことを保肥力といい、土壌に含まれる粘土の量と、その種類、腐植の含有量で左右されます。また、土壌のpHが下がると保肥力が小さくなり、pHが高まると大きくなります。

保肥力を高めるには粘土鉱物（モンモリロナイト等）の施用と堆肥など有機物を施す方法があります。リン酸は水に溶けると、マイナスイオンなので土壌に結びつくことはできませんが、カルシウムと結合してリン酸カルシウムとなり、また、マグ

ネシウムと結合してリン酸マグネシウムとなって固体化され、水に溶けなくなるので保肥力が高まり、酸には溶けるのでバラの根がリン酸を吸収しやすくなります。

【土の保肥力（土壌粒子の手の数）】



(参考文献)

土壌の基礎知識

著者 藤原 俊六郎

発行所 農文協

土・肥料のきほん

監修 日本土壌協会

発行者 小川雄一

発行所 誠文堂新光社