

緑化分野における家畜ふん堆肥の利用

(財)日本緑化センター 企画広報室
室長 堀 大才

はじめに

家畜糞堆肥は肥料成分も豊富で、土壌改良効果も高い優れた資材であるが、各種の化成肥料や汚泥コンポスト、都市ゴミコンポスト、パーク堆肥など競合する資材が多い中で、その需要は低迷している。しかも平成16年度10月からは、ある一定規模以上の畜産農家はすべて堆肥舎を設け、そこで家畜糞を管理しなければならなくなるので、そのための投資を考えると、堆肥の需要の低迷が続けば農家は一段と厳しい経営状態に追い込まれることになる。そこで、筆者が関係する環境緑化の分野における家畜糞堆肥の利用について検討してみた。

1. 緑化樹木の養分特性と施肥

1) 樹木の養分特性

樹木の葉の養分組成を分析すると、その樹木の養分要求特性がある程度分かる。樹木の葉に含まれている無機養分濃度は、枝や幹、根などの部分に比べてかなり高い傾向を示している。藤田らが実施したほぼ同時期の27種の樹木の葉分析結果によれば、樹種によりかなりの相違が認められた。すなわち、樹木の成長に最も関係深い窒素濃度については、概ね落葉広葉樹類(N:2.17~3.53%)>常緑広葉樹類(N:1.35~2.72%) \geq (N:1.42~2.04%)の順となり、落葉広葉樹類の窒素濃度が最も高かった。2.5%以上の窒素濃度を示した樹種はクスノキ、ハクチョウゲ、ナンキンハゼ、イロハモミジ、ホルトノキなどであった。窒素1.49%以下の低濃度樹種はサンゴジュ、イヌマキ、サザンカなどであった。

調査した27樹種の窒素濃度を100とし、他の成分の葉分濃度を指数で表したものを次表に示す。I型は窒素が他の養分よりも高濃度を示すグループで、II型は窒素に対してカリウムとカルシウムが高いグループ、III型は窒素に対しカルシウムのみが高いグループである。

一般的に農作物の養分組成比は、窒素が高く、リン酸、カリウムなどは低いL字型を示すといわれている。I型の養分濃度組成比を示すものは、農作物と同じような養分組成比であり、養分要求度もL字型を示すものと考えられている。

II型およびIII型を示す樹種は窒素濃度よりカリウムやカルシウムの濃度のほうが高い(表1)。

2) 樹木に現れる養分欠乏症の特徴と対策

樹木の養分欠乏症としては、水耕法や砂耕法などによる養分欠除試験により、窒素(N)、リン酸(P)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)の欠乏症が確認されている。窒素過多の肥培管理が行われている緑化樹木の苗畑では、カリウムとカルシウムの欠乏症が出現する可能性があるが、今日までこれらの欠乏症は見出されていない。一方、林地ではマグネシウム欠乏症が生原(1982)によって報告されている。鉄とマンガンについては、日本の土壌では欠乏症はほとんど出ないと考えられている。

以下に、主として肥培管理の進められている緑地における窒素、リン酸、マグネシウムの欠乏症とその対策について考察する。

(1) 窒素欠乏症と対策

窒素欠乏症は緑化樹木苗畑、都市の公園緑地、ゴルフ場などに出現しやすい。特に苗圃ではスギ苗木の場合、床替初期から8月上旬に葉が淡黄緑色を呈する。アカマツやクロマツでは下位葉先端部分が黄色を呈する。窒素欠乏症の要因としては、前年度の窒素肥料供給不足、あるいは床替用土への未熟堆肥施用による窒素の有機化現象(いわゆる窒素飢餓)が多い。

表1 緑化木の葉の養分組成比(藤田・米山)

型	樹種	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	イロハモミジ	100	13	53	56	8
	ナンキンハゼ	100	22	49	36	7
	トネリコ	100	13	59	8	17

I	サザンカ	100	20	58	78	25
	カンツバキ	100	16	45	82	13
	マテバシイ	100	8	94	51	14
	ヤマモモ	100	20	71	13	11
II	ヒマラヤスギ	100	26	112	140	13
	シャリンバイ	100	17	105	110	15
	マサキ	100	27	93	110	14
	サンゴジュ	100	34	102	186	39
	キョウチクトウ	100	37	165	157	26
	トベラ	100	19	92	174	16
III	イチョウ	100	19	78	145	29
	ヤブツバキ	100	15	44	101	30
	イヌマキ	100	7	78	220	20
	サツキ	100	19	66	114	30
	ピラカンサ	100	17	77	174	16

注. 数値はN濃度を100とした場合の指数

緑化樹木苗畑の肥培管理としては、播種床では十分に腐熟化した堆肥を施用し、地力窒素の増大と無機化の促進を図る必要がある。C/N比30以上の未熟堆肥を苗畑へ施用すると、微生物による有機物分解が進行する中で施した窒素肥料が微生物の増殖のために消費され、植物は窒素飢餓症状を起こす可能性がある。逆に、C/N比15以下の堆肥を多量に施用すると窒素過多となり、カリウムやカルシウムの欠乏症が出現しやすい。

緑化樹木畑の肥培管理では、堆肥中に含まれる有機態窒素(地力窒素)を徐々に無機化させ、安定した窒素供給が出来るような施肥設計が重要である。牛糞堆肥や馬糞堆肥のようなC/N比が15?20の資材を十分腐熟させると地力窒素の多い堆肥を得ることができるので、それを連年施用することが重要である。

(2)リン酸欠乏症と対策

リン酸欠乏症の特徴としてアカマツやクロマツでは上位葉が帯紫暗緑色を呈する。スギの床替苗では生育初期段階(活着後)に上位葉が帯紫暗緑色を呈するが、特に葉の裏面に鮮明に現れる。なお、秋期に現れるスギ苗の帯紫暗緑色は寒さによる葉色の変化(葉緑素が分解して少なくなり、カロチノイドの一種のロドキサントンという色素の赤みが現れる)で、リン酸欠乏症とは異なる。



写真1 植栽された松くい虫抵抗性マツの小苗。このような苗木の成長を促進するのに家畜ふん堆肥が有効。

リン酸欠乏症はとくに火山灰土壌で発生しやすい。火山灰土壌ではリン酸吸収係数が高く、リン酸質肥料を施しても、リン酸アルミニウム、リン酸鉄など、樹木の吸収できない不溶性リン酸に変化しやすい。この現象を緩和するのに熟成の進んだ堆肥の使用が極めて有効である。良質な堆肥は極めて高い陽イオン交換容量を持ち、

さらにキレート作用によりアルミニウムや鉄の遊離を阻止し、リン酸の不溶化を阻止して肥効を高める。

(3) マグネシウム欠乏症と対策

マグネシウム欠乏症は緑化樹木・林木ともに最も現れやすい欠乏症である。欠乏症の特徴として、老葉(下位葉)が黄色を呈することが農作物と一致している。スギ苗木では秋期に下位葉の先端部分が黄色を呈し、次第に桃黄色を呈する。植林したばかりのスギ幼齢林で下位葉先端部分が桃赤色?赤色を呈する現象がみられる。ヒノキ苗木では主軸(幹)を中心に、下位葉部分(2年生葉)が黄色を呈する。

アカマツ・クロマツでは下位葉先端部分が黄色を呈する。マグネシウム欠乏症を表す要因は、土壌中の交換性マグネシウムが不足している場合と、苗畑など肥培管理が行われているところでは吸収しやすいカリウムやカルシウムが多く、マグネシウムの吸収が抑制(拮抗作用)されている場合とに分けられる。

林地に現れるマグネシウム欠乏症は、酸性土壌や火山灰土壌では交換性マグネシウムの不足によるものと考えられる。緑化樹木の生産圃場などで見られるマグネシウム欠乏症はカリウム、カルシウム、マグネシウムの拮抗作用によるもので、カリウム肥料の多施用によりマグネシウム欠乏を誘発した結果と考えられる。このマグネシウム欠乏症の対策として家畜糞堆肥の施用が有効である。とくに鶏糞堆肥にはマグネシウムが極めて豊富に含まれ、豚糞堆肥にも多く含まれているので、苗畑でのこれらの堆肥の連年施用が重要である。

3) 腐植の供給

(1) 堆肥の効果

土壌への堆肥施用は地力の維持増進に大きな役割を果たす。“地力とは何か”については昔から多くの議論が重ねられてきたが、一言で言えば“植物を生育させる能力”となろう。その地力要因を分析してみると物理的、化学的、生物的の3要因に分かれる。物理的要因には有効土層の厚さ、排水性・保水性、耐風食性・耐水食性などがある。化学的要因には肥料成分の保持力や固定力、肥料成分供給力、水素イオン濃度の変動に対する緩衝力、有害物質に対する緩衝力などがある。生物的要因には多様な動物・微生物を生息可能にするることによる有機物分解力や大気中窒素の固定力、病虫害の発生に対する抑制力などがある。そして、これらの改善策としての堆肥の役割はまことに大きい。

堆肥施用の効果は、肥料としての直接的効果と土壌改良資材としての間接的効果に分けられる。肥料としてみれば、堆肥の肥料成分はその原材料や熟成のさせ方によりまちまちであり、含有成分を厳密に保証できるものではないが、普通、窒素0.5%、リン酸0.2~0.3%、カリウム0.5~0.6%を含んでおり、ほとんどの微量元素も含まれている。そのうち、リン酸とカリウムは無機化しているものが多く、また有機態のものも無機化しやすいので比較的速効性であるが、窒素は大部分が有機態窒素の形で存在し、しかも分解により無機化した窒素もすぐに微生物の体内にとり込まれるので遅効性である。そのため堆肥の連用によって特に窒素分が累積され、微生物活性を高め養分供給力を長期に持続させる。また、良質な堆肥の腐植はモンモリロナイト、バーミキュライトなどの粘土鉱物以上に強い陰荷電となった有機コロイドを多量に含んでおり、土壌中の活性アルミニウムと結合し、その活性を抑えることができる。つまり礫土性の抑制ということで、土壌粒子によるリン酸の吸着固定を抑制し、リン酸肥料の肥効を高めることになる。このほか、土壌動物等の活動を高め団粒化を促進して根系の発達も促す。

(2) 堆肥の施用法

堆肥はわら類、家畜糞類、樹皮その他の有機物を原料とし、一定期間堆積発酵させ腐熟化させたものである。良質な腐植を多量に含んでいる。堆肥の施用は即腐植の供給、あるいはいずれ腐植となる有機物の供給となるので、土壌の団粒化、透水性、保水性の改善、生物性の改善に寄与することになる。

腐植は機能面から栄養腐植と耐久腐植に分けられる。腐植のうち土壌微生物によって比較的分解されやすい部分を栄養腐植という。その分解に伴って窒素、リン酸などの無機成分が放出され、各種ミネラルの供給源となる。また土壌微生物の餌となってその活性を高め根圏の土壌環境を健全に保つ働きも重要である。一方、土壌微生物によって分解されにくい安定した部分を耐久腐植という。狭義の腐植はこの耐久腐植をさす。耐久腐植は土壌団粒を形成する際の接着物質として作用し、土壌の物理性を良好に保つ働きをしている。また、水分や陽イオンの吸着あるいは保持力が強いので、養水分の保持力や土壌緩衝能力を高め、pHの急激な変化やアルミニウム、カドミウムなどの金属イオンの害作用をやわらげる働きがある。

完熟した堆肥類の施用は、この栄養腐植と耐久腐植を供給することになるが、化学肥料のような速効的効果はなく、長期的連年施用により地力増進効果が認められるようになる。一般にスギ林では年間10~14t(乾物量)/haの有機物が落枝落葉により供給されており、広葉樹林で4~8tである。堆肥に換算するとスギ林で20~28t(水分50%)、広葉樹林で8~16t(水分50%)に相当する。したがって10a当たり0.8~2.8tとなり、緑化樹木の苗畑などでは堆肥として年間1~2t/10aの連年施用が目安となろう。

都市の公園緑地などにある樹木では樹勢の衰退が目立つが、その原因は土壌の堅密化に由来することが多い、そのようなところでは、根をできるだけ傷めないように注意しながら、樹冠先端部分や樹冠内、あるいはその外側に直径10~50cm、深さ1m以上の縦穴を掘り、そこに完熟した堆肥を投与すると樹勢回復に効果的である。なお、樹木が傾斜したり片枝だったりしている場合は支持根の発達が偏っていて樹冠の範囲とは無関係なことが多いので、樹形と根張りの状態をよく観察して施肥することが重要である。

施用法は、表層土壌が膨軟なところでは表面全体に薄く散布するのがよい。表層土が固結しているところでは、樹冠下部外周部分の内外に溝を掘ったり放射状に溝を掘ったり小さな直径の壺掘りをして堆肥を入れる方法がとられている。溝幅は50cm、深さは1m以上が効果的である。しかし、溝掘りでは根系を傷める可能

性が高いので、壺掘りのほうが安全である。また、幹が傾斜したり樹幹が偏ったりして重心がずれている広葉樹は、傾斜の反対側に活力の高い支持根が発達している場合が多いので、施用の中心も根系の発達した傾斜の反対側とするのがよい。



写真2 野積みされた牛ふん堆肥



写真3 日光杉並木の露出した根。この根の保護に熟成した牛ふん堆肥が利用され、効果を上げている。

2. 緑化分野における家畜糞堆肥の利活用の促進

まず第一に、家畜糞堆肥の使用が緑化樹木や花卉園芸の生産者、造園業者、緑地管理者などに経済的利点を与えることを理解させることが基本的に重要である。

緑化樹木の露地生産は、出荷時に根鉢を付けて掘取・根巻きを行う。毎年、生産圃場から良質な表土が樹木とともに大量に流出しているのであるから、長期的には表土減少と地力低下を招く。現に多くの緑化樹木生産者がこの問題で悩んでいる。この問題を基本的に解決する方法が、堆肥の連用による土壤物理性の維持・増進である。廃棄物処理法の改正に伴い野焼きが規制されている現状において、生産圃場で発生する剪定枝、枯損樹木、伐根、落葉等を適正に処理し持続的に利用するためには、チップ化後堆肥化してから圃場に還元するシステムを早期に確立する必要があるが、そのとき家畜糞、中でも鶏糞は重要な熟成促進資材となる。また、土壤中に不足した各種ミネラルや窒素の供給にも家畜糞堆肥は極めて有効である。さらに、緑化樹木や林木の苗畑では長期の連作により忌地現象が発生しているところが多く、とくにサクラ類の生産圃場で著しいが、この忌地現象の緩和にも家畜糞堆肥は極めて有効である。

このような効果に着目し、鹿児島県内のある大手ブローラー生産者は、地元の緑化樹木生産者の要望に応じて鶏糞堆肥を商品化している。

また、宮崎県のある産業廃棄物処理業者は、公園緑地や街路樹の剪定枝条あるいは解体家屋の古材をチップ化し、さらに細粒化して、それを知人の経営する豚舎の敷料として使い、十分に糞尿のしみ込んだ敷料を堆肥化して自分の経営する茶畑に施与する、というリサイクルシステムを考え実行している。

造園業においては土壤改良材としての堆肥が要求されることが多く、肥料としては化成肥料が多く使われているが、土壤改良材としての堆肥にはバーク堆肥という強力な競合品があり、造園業における家畜糞堆肥の需要は伸び悩んでいる。ことに近年の経済不況により公共事業としての造園工事の発注件数が著しく少なくなっており、この分野での堆肥の需要そのものが減少している中では、今後の需要増を期待することはかなり難しいことである。

しかし、バーク堆肥にはC/N比が大きく(通常35以上)、未熟なものがほとんどであるという品質上の大きな欠点があり、最近では信頼度が下がっているが、その原因はひとえに熟成期間の不足である。家畜糞堆肥はバーク堆肥よりも短期間で熟成させることが可能であり、とくに牛糞堆肥は十分に熟成した良品を供給すればバーク堆肥に代わる土壤改良材として利用される可能性は高い。因みに、家畜糞堆肥の中で、土壤改良材として最も高い評価を受けているのは馬糞堆肥であるが、牛糞堆肥は馬糞堆肥に近い性質を持っているので、熟度に十分注意をはらって作れば極めて評価の高い土壤改良材となる可能性がある。

衰退した老木の樹勢回復資材としての可能性も高い。特別天然記念物と特別史跡の二重指定を受け、近々世界遺産への登録も目指している日光杉並木では、以前の道路整備等により露出し傷んだ根系を保護し樹勢を回復させるために、牛糞堆肥と細粉した杉皮を混ぜて根元に施用し効果をあげている。また、静岡県内のある神社では、流鏝馬用の馬を飼育している厩舎から排出される馬糞を十分に熟成させて、境内にある樹勢の衰退した天然記念物樹木の根元に壺掘りして施用し、著しい効果をあげている。



写真4 花崗岩地帯の松くい虫被害跡地。このようなやせた所では樹木の成長が遅く、土砂の流亡が激しい。

筆者が現在取り組んでいる課題は林地への施用の可能性である。経済林における林地肥培は過去にたびたび試みられ、現在はその有効性がほとんど否定されているが、それは材質に与える影響(年輪の過大成長による材質の劣化)と、材価の長期低迷により施用費用が回収できないことが大きな要因となっている。しかし、筆者が考えているのはそのような経済林ではなく、西日本の花崗岩地帯の松林など、著しく土地がやせ、しかもマツ材線虫病や山火事により森林が消失しても容易に復元できない場所での使用である。このような花崗岩地帯の土壌には窒素成分がほとんど含まれず、リン酸などの他の成分も極めて少ないため、樹木の生育が極めて遅く、しかも、ひとたび森林が破壊されると表土の流失が促進され、ますますやせてしまう。このようなところに肥料成分に富み、しかも土壌改良効果も高い家畜糞堆肥を施用し、樹木の生育を早め、速やかに樹冠で林地を覆うことができれば、家畜糞堆肥の需要が一挙に拡大される可能性がある。そのために、使用後の窒素等の動向、表面流中の含有量、水系への影響などを詳しく調べ、さらに樹木の成長に与える影響も調べて、総合的な効果の把握に努めているところである。