

座談会「堆肥の利活用!! ポイントを探る」(1)

出席者

猪股 敏郎	財団法人 日本土壌協会 専務理事
木村 武	中央農研センター土壌肥料部 資材利用研究室長
佐々木 健	宮城県登米市(旧豊里町) 転作集団連絡協議会
中嶋 滋男	千葉県印旛農林振興センター 振興普及部
野口 政志	社団法人 日本草地畜産種子協会 専務理事
本多 勝男	財団法人 畜産環境整備機構 審議役
山本 正信	富士見工業株式会社 取締役社長

司 会

金井 俊男 財団法人 畜産環境整備機構 副理事長

金井：平成11年に家畜排せつ物法が施行され、畜産側の施設はほぼ100%整備されてきました。その結果、堆肥の生産量が増え、その利活用が課題となっています。そのため、堆肥を利用する耕種側はどのような堆肥を求め、畜産側はどのように対応していくかを中心に話を進めていきたいと思います。また、利用を促進するための手段となる堆肥の運搬や散布に必要な耕畜連携のあり方、流通形態のほか、堆肥の新規利用者の開拓等についてもお話を伺いたいと思います。まず、堆肥を利用する上での堆肥の特性等について、土壌肥料の専門家である(独)中央農研センターの木村さんをお願いいたします。



木村：私が話そうとすることは、本日の座談会のキーポイントになると思っていますので、ちょっと長くなりますが基本的なところから話をしていきたいと思います。



堆肥は、作物への養分供給効果と土壌改良効果を併せ持つ資材であり、堆肥施用による土づくりは、これまで行われてきた最も実績のある有機性資源の循環利用でもあるわけです。このことから家畜排せつ物の堆肥化は、耕種部門への流通を考える場合、重要な処理に位置づけられています。確か

に、農地土壌には堆肥などの有機物施用が必要であり、農業の有する物質循環機能の発揮による有機性廃棄物の資材化とその農地利用を通じて循環型社会の形成に貢献することが期待されています。しかし、農業生産に伴う環境負荷の状況を見るならば、生産と環境保全を両立するために越えるべき課題は大きいといえます。

腐熟が前提(安全性と取扱性の確保)

品質のよい堆肥を適量施用すれば、作物に養分を供給するとともに、土壌の物理性・化学性・生物性を改善し、地力を高めることによって、作物の安定増収を望むことができます。(表1、図1)しかし、堆肥が

表1 堆肥等有機物施用の効果

- | |
|--|
| I. 植物養分としての効果(直接的効果) |
| 1. 多量要素の給源 |
| 2. 微量元素の給源 |
| 3. 緩効的・持続的・累積的效果 |
| 4. 炭酸ガスの給源 |
| 5. 生育促進物質 |
| II. 土の物理的・化学的性質の改善(間接的效果) |
| 1. 土壌団粒の形成
孔隙分布、透水性、保水性、通気性
易耕性、耐食性の改善 |
| 2. 陽イオン交換容量の増大 |
| 3. キレート作用
活性アルミナの抑制
リン酸の固定防止・有効化 |
| 4. 緩衝能の増大 |
| III. 土の中の生物相とその活性の維持・増進(間接的效果) |
| 1. 中小生物・微生物の富化・安定化 |
| 2. 物質循環能の増大 |
| 3. 生物的緩衝能の増強(有害微生物の突発的増殖防止) |
| 4. 有害物質の分解・除去 |

(甲斐、1976)

畜産環境問題の現状と対策

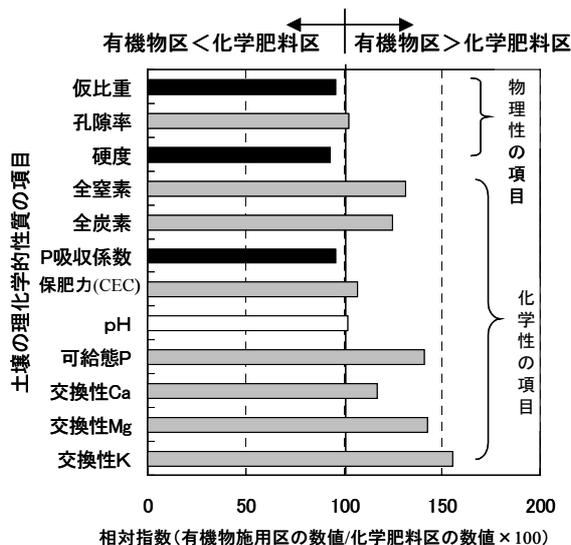


図1 畑土壌における有機物施用の効果
 土壌環境基礎調査事業の1976～83年の結果に基づく

適正に施用されない場合には、かえって土壌環境を悪化させる結果になります。特に未熟な堆肥の場合には、多量施用によって様々な害作用を生ずる恐れがある(表2)ため、耕種部門への流通を図るには、十分に腐熟させ、安全性と取扱性を確保することが前提となります。

表2 堆肥の多量施用による影響

- 窒素過剰(C/N比の低い堆肥を過剰施用した場合)
 高濃度の無機態窒素による濃度障害
 作物体中の硝酸態窒素濃度の上昇
 硝酸態窒素の流亡による地下水汚染
- 窒素飢餓(C/N比の高い堆肥を過剰施用した場合)
 有機化による窒素飢餓
- 生育阻害物質(副資材を多量に含む未熟堆肥あるいは嫌氣的に発酵した堆肥を施用した場合)
 副資材中の生育阻害物質
 嫌氣的発酵で生成された生育阻害物質
- 土壌の異常還元(未熟堆肥を過剰施用した場合)
 土壌の還元による根の障害
 土壌中での生育阻害物質の生成
- ミネラルの過剰(特定のミネラルを多量に含む堆肥を施用した場合)
 作物体中のミネラルバランスの変動
 土壌中での銅・亜鉛の蓄積
- 土壌の物理性の悪化(未熟堆肥・オガクズ堆肥を過剰施用した場合)
 土壌の圧密化
 保水性の悪化

(原田、2000)

堆肥の施用効果(養分供給と土壌改良)

堆肥の養分供給効果と土壌改良効果の程度は、堆肥の原料や堆肥化法などによって大きく異なります。大

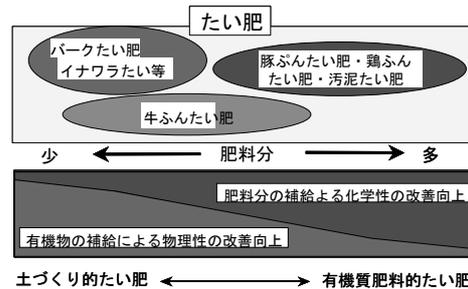


図2 土づくり堆肥と有機質肥料の堆肥
 (安西の原図より作成)

まかにみると、図2に示すように、含有する有機体成分の分解が緩やかで肥料成分濃度の低いバーク堆肥や稲わら堆肥など(C/N比20～30以上が目安)は、土壌改良資材的な効果が大きく、窒素などの肥料的効果(肥効)は小さいわけです。逆に汚泥肥料や鶏ふん堆肥など(C/N比10以下が目安)は、有機体成分の分解が速く肥料成分濃度も高いため、有機物の供給効果は持続しないが窒素などの肥効は大きいといえます。

家畜ふん堆肥の利用に当たっては含有養分を勘案した施肥管理が必要

家畜ふん堆肥を対象とした全国的な実態調査では、多くの堆肥で三要素含有率が1%を超えていたことなどにみられるように、現在では土壌改良資材というよりむしろ有機質肥料とみなすべき堆肥が増えています(図3)また、家畜ふん堆肥の肥料成分の構成バランスや肥効の発現パターンは、作物が必要とする養分のバランスや吸収パターンと必ずしも一致しているわけではありません。例えば三要素のバランスでみると、牛ふん堆肥ではカリが多く、豚ふんや鶏ふんの堆肥で

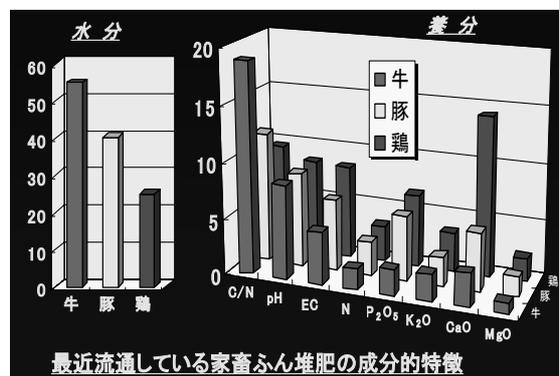
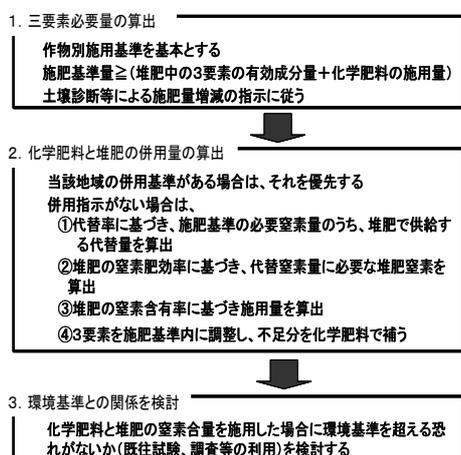


図3 家畜ふん堆肥の成分的特徴(原田ら、1997)

はリン酸が多くなっています。そのため、充分な量の化学肥料を施用した上に肥料成分濃度の高い家畜ふん堆肥を多量に施用すると、過剰となった肥料成分が作物の収量・品質を低下させたり、環境中に流出して汚染の原因になるおそれがあります。

地力増進指針における非黒ボク土畑の腐植含有率の基本的な改善目標値は3%（炭素含有率で1.7%）となっており、有機物供給の点から堆肥の施用量を考える根拠の一つになっています。土壌環境基礎調査などを用いた草場による分析結果では、地力増進指針の目標値の達成・維持には少なくとも年間2 t / 10 a以上の有機物投入が必要とされており、野菜農家などでは、それに見合う堆肥の施用が実態調査からも伺えます。しかし、施肥基準量の化学肥料施用も同時に行われており、その結果、堆肥の含有養分を加算すると、作物吸収量を大幅に上回る窒素・リン酸の施用量になります。一方、マメ類などの普通作物畑では可給態窒素の目標値を満たしていない土壌が半数程度あることが示されています。また、多くの指摘があるように、水田における堆肥施用量は減少の一途をたどっています。水田ではコンバインによる収穫が一般化されて稲わらのほとんど全量が直接圃場に還元されるようになってきているものの、近年、ムギ、ダイズなどの畑作との輪換利用が進み、地力窒素の低下が認められています。このように、わが国の耕地における有機物施用と養分管理の実態は、作物生産と環境保全の狭間で矛盾を抱えた状況であることが指摘されています。

食料・農業・農村基本計画（平成17年3月）では、



環境と調和のとれた農業生産活動を確保するため、農業者が最低限取り組むべき規範を策定し、各種支援策を実施する際の要件として農業者に規範の実践を求めています。すなわち、堆肥等の有機施用による土づくりと窒素等の養分による環境負荷を許容範囲内にする適正な施肥によって、環境と調和のとれた農業生産活動規範に対応した取組みを行うとされています。一方、現在利用されている堆肥の主体である家畜ふん堆肥は、養分を豊富に含むことから、充分な施肥をした上に家畜ふん堆肥を従来の感覚で施用すると窒素等の養分の過剰施用となり環境負荷を生ずる状況が野菜畑等で認められることなどは前述した通りです。従って、堆肥中の肥料成分に配慮した養分管理が環境規範に対応する施肥基準に反映される必要があります。

家畜ふん堆肥の肥効評価に基づく環境保全的施用の考え方

一般に、堆肥の施用量は農地10 aあるいは1 ha当りに施用される現物重量で示され、施用基準と呼ばれています。例えば、水田・普通畑における牛ふん堆肥の施用基準は1 ~ 2 t / 10 aのように表示されています。しかし、家畜ふん堆肥の水分や養分含量率は大きくばらついているため、現物重量で表示するだけでは、適正な施用量を示したことはなりません。施用する堆肥の養分、特に窒素をはじめとする三要素含有率と肥効を把握し、それらに基づいて堆肥の施用量を計算する必要があります。これに対し、畜産環境対策検討

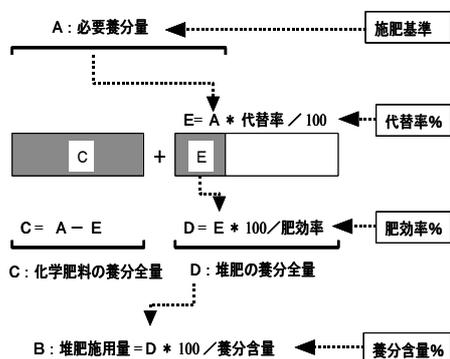


図4 堆肥中の肥料成分を勘案した施用量算出の考え方と手順

委員会のガイドライン（1998）では、1）施肥診断と土壌診断に基づき施用が必要三要素の化学肥料相当量を知り、2）堆肥による三要素の代替率と肥効率に基づき化学肥料と堆肥の併用量を算出し、3）養分投入合計量が環境保全上問題ないかを検討する考え方が示されています（図4）

堆肥の窒素肥効の簡易・迅速評価法

ガイドラインで計算に用いる堆肥の窒素肥効率は、図5に示すように非常に幅広く分布しバラツキが大きいとともに、従来の目安に比べて低い値のものが多くなっています。そのため、次の段階では、地域あるいは堆肥センターごと、季節ごとなど、実際に利用する堆肥の肥効、特に窒素の肥効の簡易・迅速・高精度化によって、より過不足のない養分管理を可能にすることが目標になります。これまで塩酸抽出や尿酸含量の測定など、有望な手法が開発されており、その適用も含めて、例えば窒素肥効を表示した製品を提供することにより、流通促進を図ることも目標の一つになるでしょう。

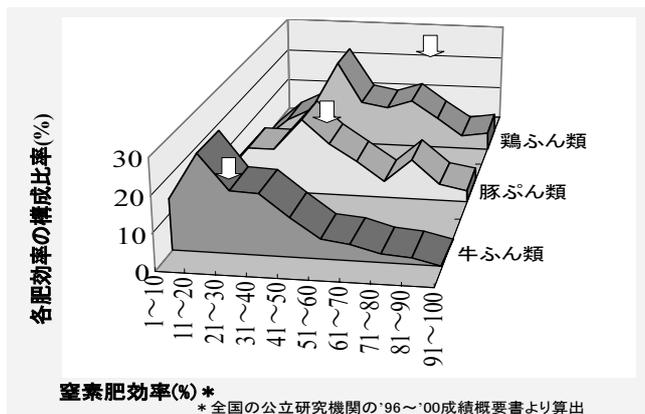


図5 家畜ふん堆肥の窒素肥効率の分布（渋谷ら、未発表）

養分評価と流通利用に適した資材化技術と施用技術

作物の要求する成分組成と肥効に適合する堆肥の調整、その成型化による取扱性の向上も重要で、九州地域の取組では、これまでに水稻用、ムギ用、ダイズ用、メロン用、トマト用などが開発され、施用試験が積み

重ねられています。また、省力・軽労化を目指した成型堆肥の機械化局処施用による利用率の向上の可能性も示されています。

肥効率と代替率の考え方と堆肥の連用について

本多：堆肥の施用で代替率と肥効率についてよく質問を受けることがあります。作物が必要とする窒素の3割を堆肥でまかなうとした場合、牛ふん堆肥の窒素肥効率は3割、豚ふんなら5割とありますが、残りの7割、5割はいつ効いて、代替率をどのように考えたらよいのですか。



木村：ご指摘の残りの部分は、次作以降に少しずつ効いてきます。これを残効といい、施用当年、次作、次々作と少なくなっていくますが、堆肥を連用すると前作までの蓄積によって残効部分は次第に増えていき、これは地力窒素供給量の増大として評価されます。地力窒素の供給量が増えれば、施用が必要な窒素量が少なくなることになります。

本多：堆肥の肥効効果は、1年目はこう効いて2～3年目はどうなっていくかというのはあまり確立されていません。いろんな条件によることもありますが、後から効いてくるから3割だと説明しています。

ただ、納得しない人もいて、3割に化成肥料を7割加えて、次の年に前年同様に施用・施肥すると、前年施用堆肥窒素の2割が効いてくるとすると施用窒素量が2割アップするのではないかということで、代替率の説明が実際にはうまくできません。

木村：前年までに施用した堆肥による残効の蓄積の程度は、堆肥の種類や環境条件の影響を受けて異なるため、施用当年の肥効率のように目安として示すことは難しいのですが、残効の蓄積モデル式や土壌診断に基づく推計の試みもあります。ただし、広く一般化されて施肥基準などに反映されるまでには至っていません。そのため、従来目安として提案されている代替率は、肥効率の高いものは高く、低いものは低く、残効の蓄

積による地力窒素供給の増加分を併用する化学肥料施用量の増減で調整可能な範囲に設定されています。

本多：猪股さんの資料では、連用する方が収量が増えてきているのは、だんだん肥料成分量が多くなっている証拠ではないですか。

猪股：あまり厳密に計算すると難しくなりますが、堆肥連用により増収しますし、一定の窒素レベルより上からなくなります。そこで現場での対応は、土壤診断でそうした状況のトータル窒素がどのくらいなっているかが上限の目安になると思います。



耕種側が求める堆肥とは

金井：木村さんから、作物栄養、土壤肥料学的な観点から、堆肥の利用に当たっての利点、気をつける点も含めた特性、施用試験の必要性等今後の課題も含め畜産側にとって有意義なお話をしていただきましたが、実際農家を回ってみて農家が求める堆肥とはどんなものですか。

猪股：まず堆肥の利用に対する最も新しい情報は、農林水産省が平成17年1月に発表した「家畜排せつ物堆肥の利用に関する意識・意向調査」(農林水産ネットワーク事業の農業者モニターに対して実施)ですが、その内容は、堆肥を利用したいと回答した者のうち、利用したい理由は「堆肥の利用によって循環型の農業が可能になる」が51.6%と最も高く、次いで「作物の品質向上が期待できる」が49.5%という順序になっています。しかし、これは畜産農家も含めた結果であり、施設園芸や露地野菜農家だけを対象にすると「作物の品質向上が期待できる」が最も多くなっています。

一般的には、耕種農家が堆肥に求める共通した条件としては、生育障害が起きない、取り扱い易い、悪臭がない、価格が安いといったところがあげられます。一つ現地の事例を申し上げますと、まず、「生育障害が起きない」ことについて、栃木県芳賀町のイチゴ農家がおが屑牛ふん堆肥を用いてイチゴの根

が張ってこなくて失敗し、その後これに懲りておが屑牛ふん堆肥を使わなくなった例もあります。また、堆肥センター協議会が平成15年度にアンケート調査した結果では、腐熟度、取り扱い易さ等が上位を占めています。他にも特別栽培米農家に、畜産堆肥の使用を始める条件を聞いてみたところ、「堆肥の品質向上」が最も多くなっています。腐熟度が悪ければ根を痛める心配があります。神奈川県農業技術センター三浦支場の協力で実施した栽培試験でも、完熟堆肥、未熟堆肥、化学肥料の試験区でキャベツの生育や根の張りを調査したところ、生育、収量、根の発育は完熟堆肥区が最も良く、品質(糖度)や硝酸態窒素にも違いが出ています。また、葉も完熟堆肥区が密に詰まっており、球のしまりが歴然としていました。

土壤協会で行ったアンケート調査でも、作目別に「今後堆肥に望む品質は」を聞いてみたところ、果樹や野菜農家は腐熟度の良いことを多く上げており、特にモモでは紋羽病の関係で木質系堆肥を敬遠しています。一方、水稻であれば堆肥価格の関係で中熟でも良いといっています。

現段階では腐熟度が充分でない堆肥センターが多いせいか、品質の良いものを作っているところはストックヤードに溜まらないくらい捌けているというのが現状です。

中嶋：私たちもアンケートを実施し耕種側の意見も聞いてきました。耕種側において、畜産の話をするとなぜ畜産農家のために努力しなければいけないかという話になるので、もう少し農業全体の中で地球環境をどのように守っていくかという話をしなければ、現場で「いい堆肥とは」という話にはなりません。完熟がいいのか、安ければいいのか、扱い易ければいいのか様々であり、最近では「いい堆肥」という言い方はやめようという話まででています。



確かに、バブルの前までは完熟であれば、高くても買うということもあり、特に花卉や果樹農家ではその傾向が強かった。今や鉢花農家でも高いのはダメだという言い方をします。もう一つは、畜産サイドに全て完

熟まで持っていけるようなシステムが取れるかどうかです。時間や手間をかけて作るのであれば当然売り口が決まっていなければ無理だと思うからです。

それぞれの畜産農家と耕種農家のニーズをつないでくれるような仕事というのが重要なポイントです。

それから耕種側が言ういい堆肥とは、例えばトラックで畑まで持って来てくれて、扱い易いものであればよいという考え方もある。また、一方施設園芸とか花壇苗農家等は非常にデリケートな考えをもっている者もいて、これが完熟だよと言われても自分でちゃんと確かめてから使う人もいる。

耕種側の堆肥の見方にもよりますが、今の堆肥というのはかなり肥料的な要素が強く、昔なら牧場で何年も野積みしたようなグレードの高い堆肥があり、一番いいものを持っていく園芸農家もあった。今、畜産側は成分の高い餌を給与しているので肥料成分も高く、よく把握しないと失敗する。われわれが一番気にすることは、しっかりした技術者に堆肥の選定を頼むことであり、それでないで失敗したときにその責任は全て畜産サイドが被ることになるし、耕種側は二度と同じ堆肥を使わないようになると思うからです。

野口：「良い堆肥とは、耕種農家が栽培する各作物毎に必要な肥料成分と肥効がおおむね一致するもの」という人もいますが、そこまで畜産サイドに求めるのはちょっと酷だという気がします。



一概には言えませんが、基本的に土壌から受ける養分量と堆肥の持っている養分量を合わせて作物の必要とする養分量を下回っていれば、これは化学的にはいい堆肥じゃないかと思うんです。堆肥だけで作物を作ろうとすれば、畜産農家は、一軒一軒耕種農家の要望を聞いて解決していかなければならないですが、それは実際的に無理な話です。

ですから、土壌から取り込む養分量と堆肥が持っている成分量で必要量を下回るようなときには、足りない部分は耕種農家で肥料を添加して施用する、あるいは耕種農家でもう一度堆肥を加工するといったことの方が現実的だと思います。

耕種利用に適した堆肥の供給を

木村：耕種農家の堆肥利用に関する意向調査などを見ても、堆肥の調製・施用にかかる労力を耕種農家が負担することになれば、堆肥の耕種利用の促進は望めないと思います。耕種農家にとっては、家畜ふん堆肥以外にも肥料・資材の選択肢があります。作物の要求に合わせた肥料効果は化学肥料の方が調節し易く、むしろ肥料分の少ない堆肥を期待する人が多いのです。家畜ふん堆肥は肥料効果と土壌改良効果を併せ持つ資材なので、耕種農家が求められている環境保全に配慮した施肥を行うためには、窒素等の肥効に配慮することが必要です。こうした点から、肥効を表示することが家畜ふん堆肥の流通促進に重要なポイントとなると考えられます。

猪股：昔の農家は畑の隅などで自分で堆肥を作っていました。今は、購入する人が多く、堆肥の内容も融合堆肥、戻し堆肥等何の堆肥か区別ができなくなっています。そこで、畜産側から堆肥の特性等についての情報提供が必要になってきています。

野口：先ほどの猪股さんの説明資料によると、耕種農家が求める堆肥は、土壌改良材として役立つものと答えた人が多い。一方、畜産側は戻し堆肥として使うことで肥料分が多い堆肥もあり、その品質もバラツキの多い場合があります。この辺の乖離に対し、今後、どのように対処していくかも重要な課題ではないかと思っています。

金井：各県に施肥基準がありますが、堆肥をどのくらい入れたらいいという基準はありますか。

木村：施肥基準等には作物別の施肥量、施用方法の基準が示されており、自治体によっては堆肥等についての施用量も記載されています。現状の施用基準は農林水産省のホームページから読むことができます。

金井：耕種農家が求める堆肥について、実際耕畜連携を実施されている佐々木さん、流通側に携わっている山本さんはどのような考えを持っておられますか。

佐々木：私は農家で堆肥の生産者であり、転作集団として利用者でもありますのでお互いに顔がみえる範囲のため、「いい堆肥」とかの問題はあまり起きていません。転作はダイズ、コムギ、飼料作物が大部分を占

めており、堆肥を最も必要とする作目です。堆肥利用及び散布体制の整備については転作集団の設立時に行いました。家畜排せつ物を有機肥料センターへ持ち込むには畜産農家で一次処理（水分調整）したものが原則であり、違反は絶対許されません。そのことが作業をしやすくし、ひいては良質堆肥の生産につながっていると思います。これからの課題は、管理機械の修繕費、更新費の負担増をどうするか。堆肥利用が推進できるのも補助制度があるからということもあり、今後、転作集団あるいは個別経営でのコスト低減対策との関連性、循環型農業と堆肥利用・農産物生産への更なる意識高揚の必要性が課題です。



山本：流通サイドでは、プロの農家から家庭菜園栽培用まで幅広く対応できる堆肥を扱わなければなりません。その際一番求められるのは堆肥の価格や利益の向上には当然、品質、安定性、肥効の改善が求められますが、今や堆肥は副産物とは考えず、発酵処理の基本から徹底し、耕種側が「商品として買うに値する」すなわち品質にムラがなく、臭いがなく、扱いやすい堆肥にすることが畜産側に求められる堆肥の条件だと思えます。



金井：これまでは、主に耕種側からの要望についてお話ししていただきましたが、これに対し畜産側の対応についてお願いします。

堆肥作りの基本は好気性発酵

本多：先ほどからいい堆肥に求められる条件の項目が出ていますが、堆肥化を進行させる条件のうち、キーワードは、いかに酸素を使った好気的発酵をさせるかにつきます。酸素を利用することで発酵が進み、熱が出て病原菌の死滅にもつながります。もちろん通気性を良くするための水分調整も必要な技術の一つです。

完熟の定義

完熟の条件は、衛生的で取り扱いやすく、作物の生育にとって安全なものにすることです。すなわち、堆肥がもつ易分解性有機物や生育阻害物質を十分に分解することで完熟といっています。有機物の分解には、いい条件でも概ね30～40日かかりますが、いかに良い条件で発酵を促進させるかは、個々の農家によって対応が違うので、何日位で完熟とは一概に言えません。

畜産側は堆肥生産由来の説明責任を

今日の話は、「耕種側が求めるいい堆肥とは」ということですが、私は畜産側は生産販売者としてもう少し耕種側の事情について勉強する必要があると思います。生産者側の責任として、自分の堆肥の特性、使用上の注意点等きちっと説明できるできるようになればいけないと畜産側には機会あるごとに話しています。

(以下次号へ)

