

関連資料

1. 家畜ふん堆肥の利用

1) 堆肥の利用目的

平成17年に公表された農林水産省の「家畜排せつ物たい肥の利用に関する意識・意向調査結果」によると、家畜ふん堆肥を今後どの程度利用したいかは、「積極的に利用したい」が51%、「ある程度利用したい」が37%となっており、合わせて88%が利用したい意向である。

耕種部門における理由は、「作物の品質向上が期待できる」が50%、「化学肥料の使用量の節減が期待できる」が46%、「作物生産の安定性の向上が期待できる」が41%となっており、家畜ふん堆肥を利用することへの期待は大きい。

また、利用者が求める条件は、取り扱いやすく衛生的で作物の生育に安全で有効なものであることから、まず家畜ふんの悪臭を除去しなければならない。そのため、堆積物の内部まで空気を供給し好気的な条件で発酵させることで、アンモニアや低級脂肪酸や含硫化合物などの悪臭成分を分解除去し、発酵を促進させることで作物の生育に阻害的な影響を及ぼす物質が分解できる。また、堆肥化の過程で高温になるような管理をすることにより、病原菌や寄生虫の卵や雑草の種子を死滅させることができる。

2) 堆肥の施用による肥料効果

家畜ふん堆肥には、施肥によって賄うべき窒素、リン、カリ、カルシウム、マグネシウムなどの多量必須元素だけでなく、微量元素までもが含まれており、作物に対する総合的な養分供給源として利用できる。有機態の要素は、有機物の分解とともに作物に利用可能な形態に変化し、徐々に利用されるのに対し、無機態の要素は速効的に作物に利用される。

家畜ふん堆肥は、畜種や処理方法によって肥料的効果や物理性改善効果に差がある。一般的に、家畜ふん堆肥からの無機態窒素の放出は、炭素率(C/N比)が比較的大きい牛ふん・豚ふんで遅く、C/N比が小さい鶏ふんで速いことから、施用初期の肥料的効果は鶏ふん堆肥で期待できる。

牛ふん堆肥は、繊維質の多い粗飼料を食しているため、他の畜種と比べて窒素とリン酸の成分含量は少ないが、三要素のバランスは良く、石灰がやや少ないもののナトリウム、塩素、珪酸の含量は多い。全体的に肥料成分含量が少ないことから電気伝導度(EC)も低く、C/N比は豚・鶏より高いことから、分解が比較的ゆっくりとすすみ持続効果が期待できる。

豚ふん堆肥は、飼料中のデンプンやタンパク質が多く繊維質が少ないため、肥料成分の中で窒素、リン酸が多い。ECは牛ふんよりやや大きく、炭素は牛ふん程度であるものの窒素が多いことからC/N比は牛ふん堆肥に比べて小さく、分解も速い。

鶏ふん堆肥は、カルシウムやリン酸の給与が多く、肥料成分は窒素、リン酸、カリのほか、苦土、石灰の含量も多くECも高い。窒素が多いことからC/N比が低く、分解発酵も速くて肥料としての効果が大きい。

表 - 1 - 1 畜種別 堆肥分析結果 (堆肥の品質調査実態調査報告書)

畜種 (試料数)	水分 (%)	EC (mS/cm)	乾物中成分含有率 (%)							
			全窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	全炭素	C/N比	
乳用牛 (319点)	平均	52.3	2.4	2.2	1.8	2.8	4.4	1.5	36.6	17.6
	最大値	82.9	7.7	5.6	13.3	7.7	18.8	6.6	46.3	40.8
	最小値	15.7	0.2	0.9	0.5	0.2	0.7	0.3	17.2	7.0
肉用牛 (303点)	平均	52.2	2.6	2.2	2.5	2.7	3.0	1.3	39.3	19.0
	最大値	76.6	6.2	4.1	6.7	7.1	33.9	3.8	45.6	39.3
	最小値	10.5	0.3	0.9	0.5	0.4	0.5	0.1	19.3	9.6
豚 (144点)	平均	36.7	3.6	3.5	5.6	2.7	8.2	2.4	36.5	11.4
	最大値	72.0	7.6	7.2	22.7	6.6	49.3	5.5	45.6	26.6
	最小値	16.6	0.7	1.4	1.6	0.3	1.8	0.7	20.2	6.0
採卵鶏 (129点)	平均	22.9	4.9	2.9	6.2	3.6	25.8	2.2	26.2	9.5
	最大値	58.7	14.6	6.2	20.9	5.8	53.4	5.1	39.2	21.5
	最小値	6.4	1.1	1.4	1.7	1.2	1.6	0.3	16.8	4.9
肉用鶏 (27点)	平均	33.0	5.0	3.8	4.2	3.6	8.9	1.9	37.4	10.6
	最大値	60.1	7.6	5.6	9.2	7.6	28.0	2.9	43.7	20.1
	最小値	15.4	0.6	2.1	1.0	1.1	4.2	0.7	21.6	7.3

(財団法人 畜産環境整備機構、平成17年3月)

表 - 1 - 2 家畜ふん堆肥における肥効率の目安

種類	乾物当たり 全窒素 含有率 (%)	堆肥の肥効率 (%)					
		窒素	リン酸	カリ	含有率が 1.5%未満	石灰	苦土
牛ふん堆肥 および 豚ふん堆肥	2%未満	10	80	90	50	90	90
	2~4%	30	80	90	50	90	90
	4%以上	40	80	90	50	90	90
鶏ふん堆肥	2%未満	20	80	90	50	90	90
	2~4%	50	80	90	50	90	90
	4%以上	60	80	90	50	90	90

(千葉県農業試験場、1999年度)

3) 堆肥の施用による土壌改良効果

(1) 物理性の改善

土壌の物理性は、気相、液相、固相の分布状態で表され、通気性、保水性、透水性、易耕性などを左右する。気相は作物根に最も重要な土壌空気、気相と液相を併せた部分が土壌孔隙であり、通気性と保水性という相反する性質を共存させるのが団粒構造である。

微生物が有機物を分解するときに粘り気のある分泌物で土の粒子が結合したり、微生物でも分解されにくい腐植物質が土の粒子と粒子を結びついたり、ミミズの糞やミミズが食べて排泄した土の粒子などで団粒化がすすむ。

団粒化がすすむと団粒間の隙間が出来て土が軟らかくなり、根が伸びやすくなる。また、この隙間が過剰な水を排水し通気性を良くして根からの養分吸収や水分吸収が高まり生育が良くなる。併せて、団粒内部の隙間により保水性も良くなり、窒素等の養分を長期間保持できる。

(2) 化学性の改善

土壌の化学性は、土壌反応(pH)、陽イオン交換容量(CEC)、リン酸吸収係数、作物に利用可能な養分含量、作物生育阻害物質の量や状態で表され作物の生育状況を左右する。

保肥力の指標となるCECは、陽イオンを土壌粘土粒子表面などに交換吸着して保持する容量を示し、家畜ふん堆肥の施用により土壌中に有機物が蓄積され土の陽イオンを保持する力が増加するため、肥料成分は雨水によって流れにくくなり「保肥力」が高まる。さらに、家畜ふん堆肥に含まれる酸や糖が活性のアルミニウムと結合し、リン酸の難溶性になるのを防ぐことでリン酸肥料の効き目を増大させる。

(3) 生物性の改善

土壌の生物性は、有機物の分解速度、微生物バイオマスの呼吸活性・増殖速度などで表され、作物根圏等における物質の分解・合成を左右する。

家畜ふん堆肥の施用により土壌中の有機物を餌に微生物の数が増え、ミミズなどの土壌中の小動物や微生物の活動が盛んになる。微生物は有機物中の蛋白質を分解してアンモニア窒素を放出し、硝酸化成菌により硝酸態窒素となり作物に肥料として利用される。また、ミミズなどの小動物は土を軟らかくするなど、土壌生物の生育密度や多様性等により土壌の生物性が維持・向上する。

4) 堆肥化の必要性と整えるべき堆肥化条件の設定

(1) 堆肥化の必要性

利用者が求める良質な家畜ふん堆肥をつくるためには、好气的条件で微生物により有機物を分解させることが重要となり、微生物が活動しやすい条件を整えることが堆肥化のポイントとなる。

初期は、生ふんに含まれる糖、タンパク質、アミノ酸などの易分解性有機物が、主として糸状菌や好気性細菌の活動により分解される。このため、空気のある状態をつくることが必要となり、これらの微生物が活発に増殖し活動する呼吸熱により堆肥の温度が上昇する。

次に、温度が高まった段階で、ごく限られた種類の高温菌によりセルロースやヘミセルロースなどの繊維物質が分解されて、温度が下がってきた段階でリグニンの分解が始まる。リグニンの分解は主として担子菌(キノコ)が行うが、温度が低下してくるため他の微生物も活動しやすい状況になる。さらに、微生物が増加してくるためミミズやトビムシなども活動し始める。

(2) 堆肥化の条件

原料中の通気性を確保するため、容積重を1m³当たり700kg以下にすること

家畜ふん尿は水分が多く、一般的には堆肥化を開始するために必要な通気性が確保されていないため、ふん尿よりも水分率の少ない副資材を混合するか予備的に乾燥し水分率を下げる必要がある。調整すべき水分率については、畜種や混合された副資材等の種類により異なる。

表 - 1 - 3 堆肥化発酵スタート時の水分率

畜種	副資材無使用	戻し堆肥混合	オガクズ混合	モミガラ混合
牛	65%以下	68%以下	72%以下	75%以下
豚、鶏	55%以下	58%以下	62%以下	65%以下

(財団法人 畜産環境整備機構)

さらに、微生物を継続的に活動させるためには原料中に空気(酸素)を継続的に供給させることが必要となる。処理施設の方式によって送風機による通気や、原料の攪拌・切り返しによる酸素供給と発酵条件の均質化などがある。

分解しやすい有機物が十分にあり、その有機物を分解する微生物が存在すること

家畜ふん尿には微生物のエサとなる易分解性の有機物が豊富に含まれており、微生物についても原料中、土壌中、空気中など、身の回りの環境に豊富に存在しているため、特に対応しなくても通常の場合満たされている。

原料温度が60 以上の状態を数日間続くようにすること

発酵条件を整えることで、微生物の有機物分解活動が開始し数日程度で原料温度が急激に上昇する。高温状態から徐々に温度が下降しても、酸素を供給すれば再び高温状態に戻る。微生物のエサとなる易分解性有機物をこの作業を繰り返すことで分解する。高温分解期の微生物のエサとなる易分解性有機物が無くなった時点で概ね腐熟した状態と考えられる。

高温分解期が終了した後も定期的な酸素供給を繰り返すことで、常温分解期として時間をかけ、腐熟度の高い堆肥を生産する場合がある。

病原菌や寄生虫の卵のほか雑草の種子を死滅させるためには70～80 程度の温度になることが望ましいことから、適切な酸素供給により微生物の活動を活発化させることが重要となる。

表 - 1 - 4 牛ふん堆肥埋設の雑草種子の発芽率(高林ら 1978年)

種類	埋設条件		対照
	50 未満	60 2日間	
メヒシバ	96%	0%	74%
ノビエ	72%	0%	87%
カヤツリグサ	56%	0%	30%
シロザ	26%	0%	16%
オオイヌタデ	8%	0%	53%
スベリヒユ	85%	0%	91%
イヌビユ	68%	0%	70%
エノキグサ	7%	0%	51%
クワクサ	26%	0%	19%