

農業の土台を支える～

上手な家畜ふん尿堆肥の作り方・使い方

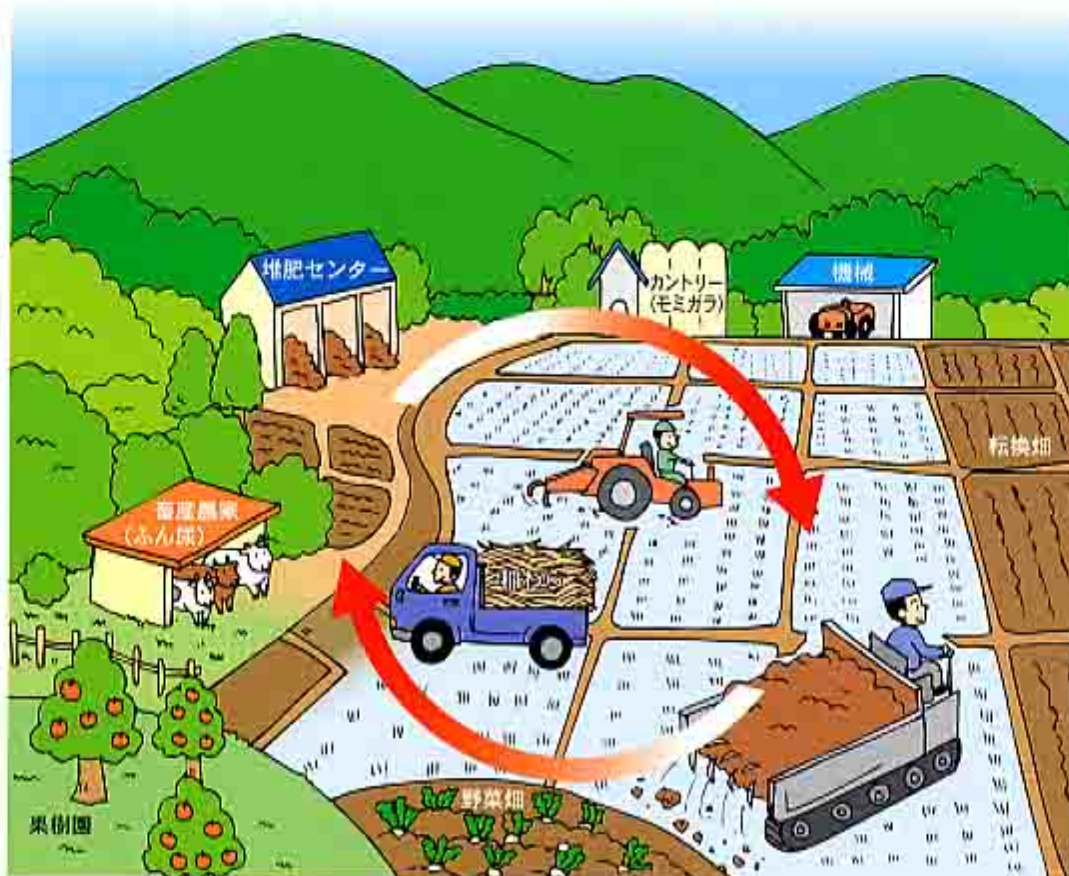
～たかが堆肥？ されど堆肥！

堆肥は貴重な有機質資源です！！

近年、国民の環境問題に対する関心の高まりや農産物に対する安全・安心・健康志向により、農業生産においても環境に配慮した持続的農業への転換が求められています。

このような中、農業の基本である土づくりの重要性が再認識され、その主役として家畜ふん尿堆肥の有効利用に大きな期待が寄せられています。

家畜ふん尿堆肥を地域の貴重な有機質資源と位置づけ、供給する畜産農家と利用する耕種農家がお互い連携を深め、良質堆肥の生産と土づくりへの利用促進を積極的に進めましょう。



社団法人 山形県畜産会
編集協力 山形県農林水産部農業技術課

堆肥の地力増強効果

堆肥は、土壤中に肥料養分を供給するだけでなく、通気性、保水性の改善や、土の中に棲む有用微生物を活性化するなど、地力を総合的に改善する効果があります。

このように堆肥は、土壤環境を作物にとって理想的な状態に整えるため、収量、品質、食味などを向上させるほか、連作障害や干ばつ、冷害等の気象災害を軽減する効果も期待できます。

さらに、堆肥の施用により化学肥料を節減できるほか、土壤と作物が健全化し耐病性が強まるため農薬使用も低減できるなど環境保全型農業の導入にも大きく貢献します。

■堆肥の施用効果

養分供給と化学性の改善

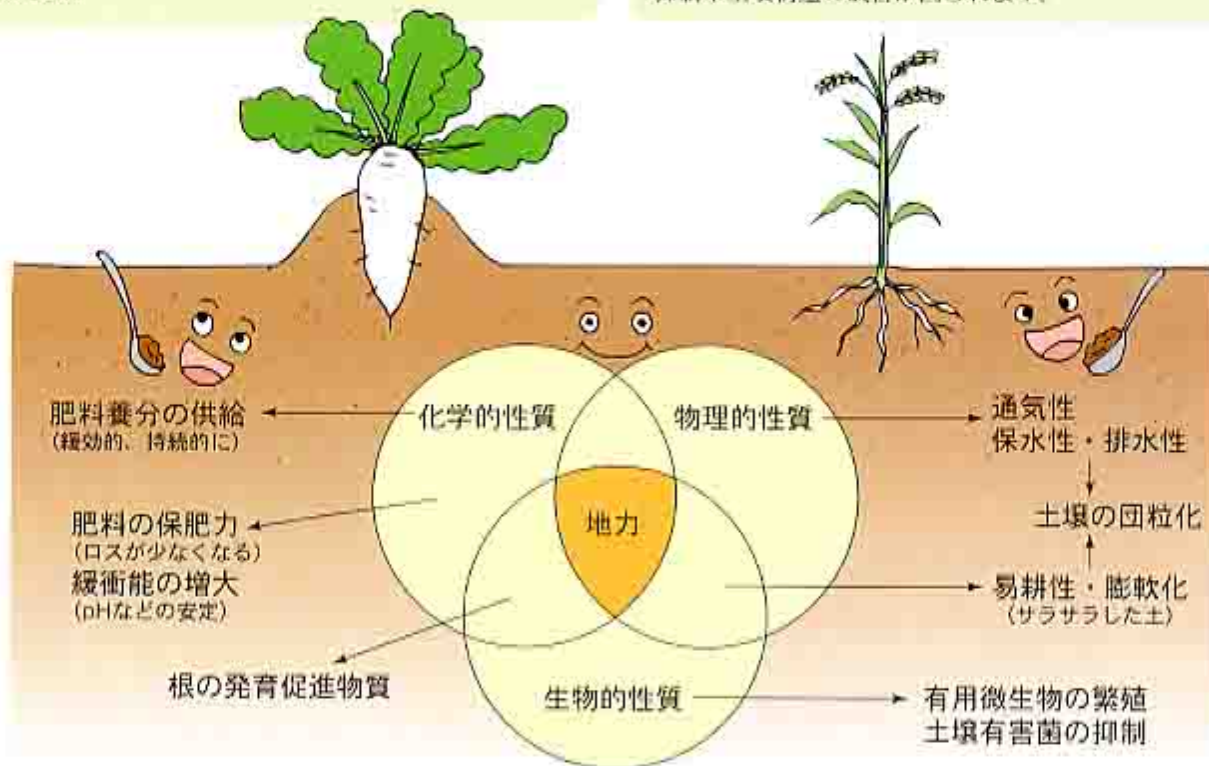
堆肥は有機物の含量が極めて高く、かつ肥料成分を多く含むことから、その施用によって土壤中の有機物含量高め、全炭素や可給態窒素等を増加させるなど土壤の肥沃度を高める効果があります。

また、石灰・苦土などの塩基や各種微量要素を補給するほか、有機物に含まれる腐植酸、有機酸等のキレート作用により、リン酸等無機物質の肥効を高める効果があります。

物理性、生物性の改善

堆肥を連用すると、腐植含量が増加して微生物の活動も盛んになり、土壤の団粒形成が促進され、土壤が膨軟化し耕起作業が容易となるほか、透水性、通気性、保水性も良好になります。

また、腐植の持つ電荷により保肥力が高まり、土壤の緩衝能も大きく増大します。さらに、微生物の活動促進により地力の発現と物質循環の促進、および有害細菌の抑制や土壤構造の改善が図られます。



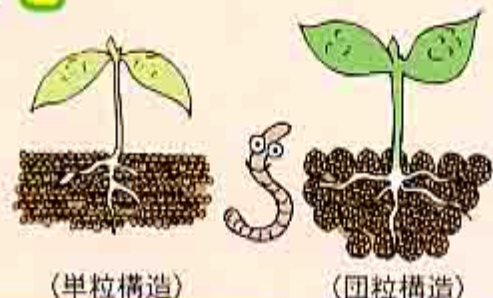
ひとくちメモ

●土壤の団粒構造と植物の生育

土壤粒子がお互にくっつき合って小さなかたまり（団粒）を形成している状態を団粒構造といいます。

団粒の内部には保水性のある微細な隙間が、団粒の外部には排水性や通気性を高める大きな隙間が形成されます。

堆肥を連年施用すると土壤の団粒化が進み、通気性や透水性・排水性が高まり、作物の根は生き生きとたくましく広がっていきます。



良質な堆肥づくりのポイント

「良い堆肥」とは何か。それは「安心して使える堆肥」と言えるでしょう。

家畜ふん尿を堆肥化する目的は、

第一に、悪臭などの汚物感を無くし過剰な水分を減少させ衛生的でかつ取り扱い易くすること。

第二は、ふん尿に含まれる病原菌や雑草の種子などを発酵熱によって死滅させること。

第三は、土壤環境を悪化させる易分解性有機物や生育障害物質を十分に分解することです。

つまり、「使う人、土、作物に安全」であることが良い堆肥の必須条件といえます。

■堆肥化のしくみ

堆肥の原料である家畜ふん尿や敷料などの水分調整材は、タンパク質、脂肪、炭水化物、灰分からなり、炭水化物は易分解性の糖類や澱粉と難分解性のセルロースやリグニンから構成されます。

堆肥化によるこれら有機物の分解過程は大きく三段階に分けられます。

●第1ステージ【糖分解期】

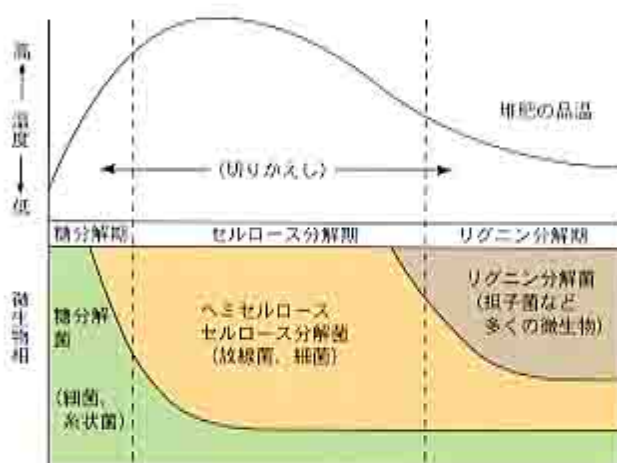
- ・主に糖、タンパク質、アミノ酸などの易分解性成分が、細菌や糸状菌により好氣的に分解。
- ・微生物の呼吸で熱が発生し温度が著しく上昇。

●第2ステージ【セルロース分解期】

- ・主に植物体を構成するヘミセルロースやセルロースが高温菌により分解。
- ・好熱好気性の放線菌によるヘミセルロース分解と嫌気性のセルロース分解菌が混在して働く。

●第3ステージ【リグニン分解期】

- ・主にリグニンなどの難分解性有機物が担子菌(キノコ)などの様々な微生物によりじっくりと分解。
- ・この時期は堆肥の温度もやや低下。色も褐色から黒褐色に変化し崩れやすい性状となる。



■良質な堆肥づくりの条件

条 件	目 安
1.栄養は十分にあるか	十分にある。 家畜のふんはC/N比が低く窒素過多。
2.水分は適当か	60～65％程度に調整する。 通気性の良くなるような水分。 容積量0.5kg/ℓにできるだけ近づける。
3.空気(酸素)は十分に送られているか	通気性が良くなるように堆積する。 攪拌または時々切り返す。 強制通気する場合は50～300ℓ/分・m ³ 。
4.微生物は沢山いるか	十分にいる。戻し堆肥で十分。
5.温度は上昇しているか	60℃以上で数日間が目安。
6.時間をかけているか (堆肥化期間の目安)	家畜ふんの場合2ヵ月。 作物残渣を混合した場合は3ヵ月。 木質資材を混合した場合は6ヵ月。

堆肥化の主役は好気性微生物であり、その微生物の活動を活発にする適正な環境条件を整えることが必要となります。環境条件は、栄養源、水分、空気、微生物、温度、堆肥化期間の6つに整理されます。



ひとくちメモ

●水分と比重(容積重)の調整

堆肥化の条件で水分調整が最も重要と一般に思われていますが、実は最大のポイントは比重調整にあります。これは、たまたま家畜ふん尿の比重を重くしている原因が過剰な水分であるため、水分を少なくすれば比重も軽くなり、水分調整が同時に比重調整の意味合いを持っているためです。

つまり、十分な水分と豊富な栄養分(有機物)と微生物を含んでいる家畜ふん尿を堆肥化させる唯一の条件は比重調整にあり、比重の軽いモミガラやオガクズガラなどを添加し、ふん尿の比重を軽くしふんわりと堆積して、内部を好気性の状態にすることがポイントとなります。

簡単にできる堆肥の品質判定法 その1

いま作っている堆肥、これから使おうとする堆肥がどのような品質なのか。化学分析を必要とする詳細な成分分析は難しいにしても、腐熟程度などの概ねの品質を現地で迅速に評価することは大変重要なことです。

堆肥の腐熟程度などの品質を簡易に判定する方法として、外観、臭い、触感などの五感と堆積条件による判定法、幼植物やミミズなどの動植物による判定法などがあります。これら判定法は、どこでも誰でも簡単にできますので、是非活用してみましょう。

■五感や堆積条件による判定法

項目	評価基準
色	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、黒褐色～黒(10)
形状	原料の形状をとどめる(2)、かなり崩れる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	糞尿臭強い(2)、糞尿臭弱い(5)、堆肥臭(10)
水分※	強くにぎると指の間からしたたる…70%以上(2) 強くにぎると手のひらにかなりつく…60%前後(5) 強くにぎっても手のひらにあまりつかない…50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(10)、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜糞のみ…20日以内(2)、20～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 牛糞(有機質)との混合物…20日以内(2)、20～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物…20日以内(2)、20～5ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返し回数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、あり(10)

これらの点数を合計し、未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)とする。

※水分の簡易な測定法

(素手又は薄いビニール手袋をつけて堆肥を強く握り、その後、ゆっくり放す。)



■簡易な肥料成分含有率の推定

電気伝導度(EC)の測定により堆肥の肥料成分含有率を簡易に推定することができます。

【窒素含有率等の推定】

ECと水分により、全窒素(T-N)などの含有率が推定できます。

なお、ECやpHの測定または詳細な成分分析については最寄りの農業改良普及センターにお問い合わせ下さい。

$$\begin{aligned} & \text{全窒素 (T-N) 含有率の推定式} \\ & \text{T-N (現物中\%)} \\ & = 0.1076\text{EC} \times 0.0139\text{DM} + 0.06 \\ & \text{(注) ECは堆肥 1 : 水 10, DMは乾物\%} \end{aligned}$$

ひとくちメモ

●堆肥ときゅう肥

化学肥料のなかった時代、ワラや雑草、落ち葉などを堆積して作った肥料を堆肥と呼び、これに牛馬のふん尿を混合したものを特別に厩(きゅう)肥と呼んでいました。その後、化学肥料と区別するために、この堆肥ときゅう肥を総称して堆きゅう肥とか単に堆肥と呼んでいます。しかし、畜産が発展した現在では、堆肥のほとんどがきゅう肥になったため、この区分の必要もなくなり、きゅう肥=堆肥と呼んでいることとなります。

●完熟堆肥とは

完熟堆肥が字句の意味するとおり、有機物の全てが微生物に分解されてしまった堆肥であるならば、「土に役立つ微生物の養分が含まれていない堆肥」の意味になってしまいます。

堆肥化の目的は、作物の生育に害を与える発酵熱やガスの発生を防ぐとともに発酵熱で雑草種子やタネバエ幼虫などを死滅させることであり、ある程度の有機物が分解して急激な熱とガスの発生が終了した時点で単純に完熟堆肥と呼ぶことができます。



簡単にできる堆肥の品質判定法 その2

■動植物による判定法

ミミズの行動による判定

常温20～25℃が適する。
直射日光下で行わない。



判
定

腐熟した堆肥の場合のミミズの反応

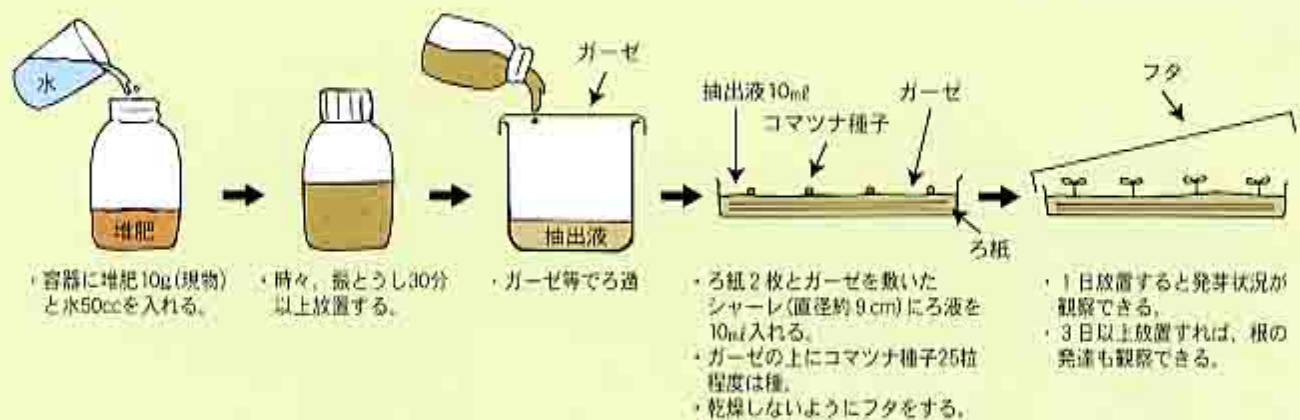
- 覆いを外して周囲が明るくなると堆肥の中に直ぐ潜る

未熟な堆肥の場合のミミズの反応

- 堆肥の中に潜ろうとはせず、逆に逃げようとコップ面をはい回る。
- あるいは、元気がなく堆肥の上でぐったりしている

(再び覆いをかぶせて1日以上放置し再度観察してみる。ミミズが元気に生存していれば腐熟した堆肥で、溶けたり、死んでいけば未熟な堆肥である。)

コマツナの発芽による判定



同じ栽培方法で水を使った対照区を設置

判
定

- 水で栽培した対照区と、発芽率や根の長さを比較し、その程度で判定する。
- 対照区と変わらなければ、腐熟した堆肥であり、発芽しなかったり、根が短く生育が遅れている場合は未熟な堆肥である。

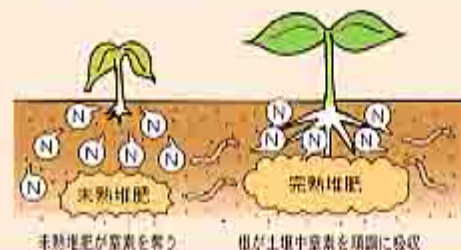
ひとくちメモ

●C/N比について

堆肥に含まれる有機物中の炭素量(C)を窒素量(N)で割ったものであり、これにより堆肥の品質を判定することができます。C/N比は、堆肥は腐熟が進むと減少し、一般にC/N比が30以下が良質堆肥の条件とされ、それ以上の堆肥を施用した場合は、土壤中での窒素飢餓が心配されます。

窒素飢餓とは、土壤中でC/N比の高い未熟な堆肥の急激な分解が起こり、この分解の有機物と作物との間で土壤中の窒素の奪い合いが生じて、窒素不足状態になることを窒素飢餓といいます。

窒素飢餓が生じた場合、作物が一時的に窒素不足となり、葉は黄色化し生育の抑制が起こります。



堆肥によって成分や肥効が違います～

各種堆肥の品質特性

堆肥の成分含量などは、家畜の種類によって違います。また、同じ畜種でも給与している飼料、敷料や水分調整材の種類と混合割合、さらには堆肥化処理の方法等により異なります。従って堆肥を作る側も使う側も、個々の堆肥の品質特性を十分把握しておくことが重要です。

家畜の種類による堆肥の成分含量

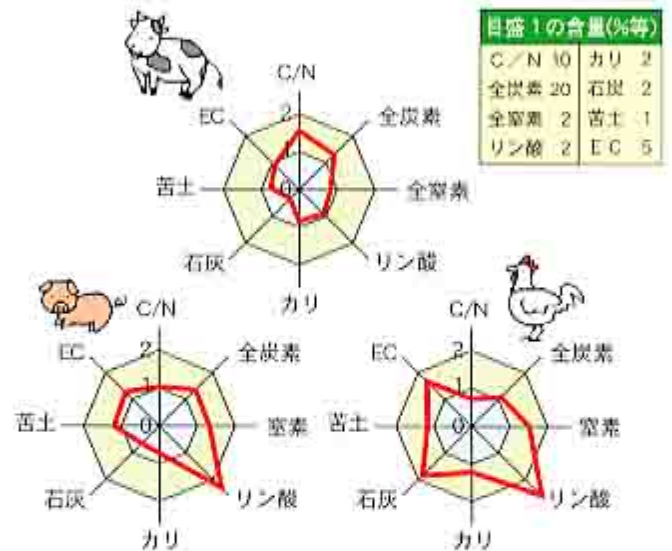
●現物中成分含量(%)

畜種	処理形態	含水率	炭素率 C/N	窒素 N	リン酸 P ₂ O ₅	カリ K ₂ O	石灰 CaO	苦土 MgO
牛	生ふん	80.1	15.8	0.43	0.35	0.35	0.34	0.16
	乾燥ふん	28.0	15.8	1.66	1.84	1.74	1.61	0.76
	オガクズ堆肥	65.5	23.3	0.59	0.62	0.68	1.02	0.24
	モミガラ堆肥	72.6	28.1	0.37	1.53	0.52	0.26	0.20
豚	生ふん	69.3	11.4	1.11	1.70	0.45	1.26	0.48
	乾燥ふん	24.3	10.4	2.60	4.56	1.51	3.30	1.20
	オガクズ堆肥	57.2	18.0	0.95	1.39	0.65	1.28	0.42
	モミガラ堆肥	39.5	17.1	1.37	2.22	0.73	2.42	0.70
鶏	生ふん	63.7	5.6	2.24	1.88	1.12	3.99	0.58
	乾燥ふん	19.0	7.3	2.95	5.20	2.44	9.16	1.15
	オガクズ堆肥	54.1	16.8	0.89	1.72	1.12	3.27	0.39

注) 数値はあくまで平均値であり、実際はかなりのふれがあります。特に水分の違いは成分量に大きく影響するので注意が必要です。

各家畜による成分の特徴(乾燥ふんで比較)

窒素……………鶏ふん>豚ふん>牛ふん
リン酸……………鶏ふん>豚ふん>牛ふん
カリ……………鶏ふん>豚ふんと牛ふんは同程度



各種堆肥の施用効果の特徴

堆肥の成分含量は、混合された副資材(オガクズ、モミガラ等)の影響を特に受けますが、炭素率(C/N比)は乾燥鶏ふんで約7、豚ふん堆肥で15~20、牛ふん堆肥で20~30程度で、乾燥鶏ふんは炭素率が低いため分解が早く肥料的性格が強い堆肥といえます。

以上の特徴をおおまかに表現すると、牛ふん堆肥は土壌改良的な堆肥、鶏糞を主原料とした堆肥は肥料的堆肥、豚ふん堆肥はその中間的な堆肥といえます。

堆きゅう肥の種類	原材料	肥料的効果	化学性改良効果	物理性改良効果
堆肥	(牛糞尿)	牛糞尿+敷料	○	○
	(豚糞尿)	豚糞尿+敷料	◎	△
	(鶏糞)	鶏糞+わら等	◎	△
木質混合堆肥	(牛糞尿)	牛糞尿+おがくず	○	◎
	(豚糞尿)	豚糞尿+おがくず	○	◎
	(鶏糞)	鶏糞+おがくず	○	◎

ひとくちメモ

●戻し堆肥とは

戻し堆肥とは、一度堆肥化したものを家畜の敷料に利用したり、あるいは新鮮堆肥の発酵促進のために水分調整材や種菌として混入することをいいます。

戻し堆肥を使った場合、出来上がった堆肥の肥料成分含量は、カリを中心にリン酸、石灰、苦土等が増加します。

この傾向は戻し堆肥の混合割合や戻し堆肥利用の回数が多いほど肥料成分が蓄積されることになります。

よって、戻し堆肥を使った堆肥は肥料成分含量に留意するとともに過剰の場合はモミガラ等に置き換えて成分の低濃度化を図る必要があります。



牛の戻し堆肥利用の堆肥の成分(一般の堆肥を1とした比率)

上手な堆肥の施用法

堆肥を上手に使い、品質の良い農作物を安定して生産するポイントは次のとおりです。

1. 自分の堆肥の特性を知る。
(堆肥の熟度、成分量、肥効の速さ等)
2. 土壌の性質を知る。
(水田か畑か施設か、土壌成分の把握)
3. 作物の養分吸収特性を知る。
(どの成分をどの時期にどれだけ)
4. 投入量を決定する。
(過剰成分に配慮、周辺環境への配慮)
5. 堆肥成分を考慮した施肥設計
(肥料3要素の量は堆肥の分を差し引く)
6. 堆肥を利用して高品質・安定収量
(健全な農作物で減化学肥料・減農薬栽培)

■堆肥を使った肥料設計の方法

堆肥の施用量の計算方法は、堆肥中成分の肥効率と代替率により行います。

- ・肥効率……堆肥に含まれる肥料成分のうち作物に吸収される割合で、一般的な数値は右表を参照。
(堆肥の種類や熟成程度などにより異なるので注意が必要)
- ・代替率……必要成分施用量の内の堆肥で代替する割合。代替率は一般的には基肥窒素施用量の30%を目安とし多くても2/3程度に抑えます。

なお、実際の計算式を図に示しましたので参考にして下さい。

各種堆肥の肥効率と代替率（畑地）

素 材	肥効率(%)			窒素施肥に対する代替率(%)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
乾燥鶏ふん	70	70	90	60
牛ふん	30	60	90	30
豚ふん(モミガラ)	50	70	90	60
豚ふん(オガクズ)	35	35	90	60

$$\text{堆肥施用量}(\text{kg}/10\text{a}) = \frac{\text{必要基肥}(\text{kg}/10\text{a}) \times \text{代替率}(\%) \times 100}{\text{堆肥の現物中窒素含有率}(\%) \times \text{肥効率}(\%)}$$

注) 窒素についての計算式ですが、窒素以外の成分についても考え方は同じです。

■各作物別の堆肥の施用基準

堆肥の施用量は、作物の生育特性に合致することが必要です。また、堆肥の過剰投入が種々の障害を引き起こしていることも少なくないので、品質の良い堆肥をほ場の土壌条件に合わせて適量を施用することが大切です。

●作物別の施用量の例

作物	家畜ふん主体の堆肥			木質混合堆肥(家畜ふん+オガクズ等)			
	牛ふん	豚ふん	鶏ふん	牛ふん	豚ふん	鶏ふん	
水 稻	1～1.5	0.3～0.5	0.1～0.2	1.5～2	0.5～1	—	
畑作物	1～2	0.3～0.5	0.1～0.2	2～4	1～1.5	0.2～0.4	
野菜	露地	1～2	0.3～0.5	0.1～0.2	2～4	1～1.5	0.2～0.4
	施設	2	0.5～1	0.1～0.2	—	—	—
果 樹	1～2	0.3～0.5	0.1～0.2	2～3	0.5～1	0.2～0.4	
花 き	1～2	0.3～0.5	0.1～0.2	2	0.5～1	0.1～0.2	
前作物	2～5	2～5	0.2～0.4	3～5	3～5	0.3～0.5	

注) ・この施用量は、堆肥を運用する場合の一作当たりの目安。
・原則として、基肥は堆肥による肥料代替量を差し引いて施用。

- ・施用にあたっては、作物毎の留意事項を踏まえつつ、土壌診断等により土壌中に含まれる養分量を把握した上で施用量を決定します。
- ・なお、各作物とも共通して良質な完熟堆肥を適正量施用することが基本ですが、堆肥の種類による加減としては、牛ふん堆肥を1とした場合、豚ふん堆肥は0.3～0.5、乾燥鶏ふんは0.1が目安となります。

ひとくちメモ

●野菜の栄養特性と施肥のポイント

農作物は種類により養分の吸収量だけでなく吸収時期も異なります。野菜を例にすると、その栄養特性は尻上がり型、コンスタント型、先行逃げ切り型の3つのパターンに分けられます。堆肥の肥料効果は、鶏ふんは速効性で牛ふんは遅効性です。この特性を上手に組み合わせれば、養分吸収の3パターンをつくることができます。このように作物の栄養吸収特性に合った堆肥を作れば栽培が大変楽になります。



作物別の堆肥利用のポイント

■水 稲



水稲では、堆肥の施用により収量や品質の向上が図られるため、毎年、連続し施用するようにします。なお、堆肥を過剰に施用すると窒素過剰で倒伏したり食味低下につながる恐れもあるので注意します。

また、湿田に未熟な堆肥を施用すると、堆肥の分解が不完全となって、有害ガスの発生が多くなり、根腐れ等を生じる恐れもあります。

■畑作物



大豆、麦、そばなどの畑作物でも堆肥の施用は大変効果的です。畑では水田と違い酸化的条件にあるため、土壌微生物による有機物分解能が高い特徴があり、堆肥を施用しないと、土壌の団粒構造が壊れ地力の低下が生じます。従って、水田を畑地化した場合は特に堆肥施用が重要となります。

■野菜・花き

野菜・花きは、水稲に比較すれば多量の養分と各種の微量元素を必要とするので、堆肥の施用はこれら養分供給の意味からも重要となります。

なお、野菜は、いも類のように肥料成分が少なくても良いものからきゅうりのように多量に必要とするものまで多様な種類があり、作物によって施用量を変える必要があります。

また、施設栽培では集約栽培となるので特に良質な完熟堆肥を使用し、塩類集積にも十分な配慮が必要です。

野菜の種類別堆肥施用基準 (t/10a)

区 分	野菜の種類	オガクズ 牛ふん堆肥
少肥型	ダイコン、ジャガイモ、 リトイモ、ホウレンソウなど	1.0～2.0
中肥型	キャベツ、レタス、 トマト、スイカなど	1.3～2.5
多肥型	ナス、ピーマン、 キュウリなど	2.0～4.0



(注)上記施用量は露地で運用を前提とした場合、堆肥の施用量に応じ、化学肥料施用量を減らす。

■果 樹



果樹での堆肥施用は、土壌物理性を改善し、根が健全に保たれるような土壌環境を整えることが主な目的となります。

なお、果樹では窒素成分が過剰に供給されると、果実の色付きや糖度に悪影響を及ぼすことがありますので注意します。

■飼料作物

飼料作物では、生ふん尿が多量に施用される例がみられますが、土壌環境の悪化と作物中の硝酸態窒素の蓄積や養分バランスの悪化を招き、家畜にも障害を及ぼすことがあるので避けましょう。



参考文献：畜産会経営情報、堆肥化施設設計マニュアル(以上(社)中央畜産会)、家畜ふん尿処理・利用の手引き(財)畜産環境整備機構、畜産環境対策大辞典(農文協)

堆肥の成分表示について

肥料取締法が改正され、堆肥についても販売する場合は成分表示が必要となります。

堆肥を使ってエコファーマーの認証を

堆肥の使用と、化学肥料や農薬の低減を一体的に行い、環境保全型農業に取り組む農業者を、県はエコファーマーとして認証しています。

(エコファーマーに認定されると農業改良資金の貸し付けや課税の特例が受けられます。)

堆肥情報満載・畜産会ホームページ

県畜産会のホームページで堆肥供給者リストの紹介等を行っています。是非、ご覧下さい。

アドレス：<http://cali.lin.go.jp/japan/k06/>

問い合わせ先：山形県畜産会 (TEL:023-645-0321 FAX:023-647-1061)

県内各農業改良普及センター(各総合支庁産業経済部各農業普及課)・県農業技術課