

Ⅲ 堆肥

Ⅲ 堆肥

[1] 堆肥の種類と特徴

1 家畜ふん堆肥

(1) 家畜ふん堆肥の肥料成分

青森畜試が青森県内の畜産農家等の堆肥の分析を行った結果を表135に示した。このように堆肥に含まれる肥料成分はバラツキが大きい。

畜種ごとの傾向としては、牛ふん堆肥は水分が高く、肥料成分が総じて低い。豚ふん、鶏ふん堆肥は水分が低く、特にりん酸の肥料成分が高い。一般的に、鶏ふん・豚ふん堆肥は速効性の肥料成分が多いが難分解性有機物含量が少なく、牛ふん堆肥は速効性の肥料成分が少ないが難分解性有機物含量と緩効性の肥料成分が高いとされ、鶏ふん・豚ふん堆肥は肥料系、牛ふん堆肥は土づくり系資材と位置付けられるゆえんである。

表135 青森県内の家畜ふん堆肥及び牛尿の成分組成（現物中）

畜種	区分\成分名	水分 (%)	窒素 (%)	りん酸 (%)	カリ (%)
牛	最大～最小値	83.5～38.8	1.3～0.3	4.3～0.2	2.1～0.0
	平均値	68.9	0.6	0.8	0.7
豚	最大～最小値	69.9～17.4	4.3～0.3	7.5～0.9	4.1～0.4
	平均値	35.6	2.4	4.7	2.2
鶏	最大～最小値	60.7～17.3	3.8～0.6	7.8～1.4	3.1～0.7
	平均値	32.9	1.9	4.2	1.9

分析点数：牛ふん堆肥が143点、豚ふん堆肥が25点、鶏ふん堆肥が23点

(2) 家畜ふん堆肥の作りかた

ア 家畜ふんの堆肥化とは

家畜ふんの堆肥化とは、家畜ふんのヌメヌメ部分を稲わらやオガクズなどに水分を吸収させ微生物処理することにより、サラサラした感じに作り替えることと考えておおよそ間違いではない。微生物は活動に伴って熱を発生し、この熱により病原菌や雑草種子が死滅し、水分が蒸発し、衛生的な堆肥が出来上がる。

イ 通気性の確保

微生物の活動には空気（酸素）が不可欠であるが、家畜ふんをそのまま堆積してもその内部にまでは空気が入り込んでいけないため、オガクズやもみがらなどの乾き物（副資材）を混合して家畜ふんの中に隙間を作り、微生物が呼吸できる環境を整える必要がある。

家畜ふんと副資材との混合比率は、畜種や副資材の種類によって異なるため、一つの数値で示すことはできない。そこで、容積重（比重）を目安として考える。家畜ふんに副資材を混合すると容積重が軽くなる。容積重が900～950kg/m³の家畜ふんが副資材の混合によって700kg/m³となる量を

混合すれば、微生物が呼吸できる環境が整った、つまり、通気性が確保できた状態となる。

ウ 切り返し

通気性を確保した家畜ふんであっても、堆積しているだけでは深部までは空気が届かないため、堆肥化発酵が進むのは表層の30cm程度である。堆積物全体を発酵させるためには、表層と深部とを入れ替える作業が必要となる。これが切り返しである。

切り返しは頻度良く行ったほうが堆肥化発酵が速やかに進むことから、1週間に1回程度は行ったほうがよい。切り返しをしない家畜ふんは深部が酸欠状態となり、嫌気性微生物が悪臭物質や生育阻害物質を生成するだけでなく、発酵温度が上がらないため雑草種子や病原菌が残留する危険な堆肥となる。

エ 堆肥化日数

堆肥化に要する期間は、堆肥化の方法によって異なる。「畜産環境アドバイザー養成研修会」のテキストによれば、最も日数の短い堆肥化方法は密閉縦型発酵装置で16日、最も長いのは無通気型堆肥舎で2mの高さに堆積し月に1回の切り返しを行った場合で134日である。

(3) 畜種ごとの特徴

ア 牛ふん堆肥

濃厚飼料等の給餌する飼料が変われば成分量や肥効は変化する。粗飼料が増えるとカリが高くなり、窒素、りん酸、石灰は低くなり、土壌中の分解も遅くなる。逆に濃厚飼料を増やすと肥料成分は高くなる。一般的に牛ふん堆肥は豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥に比べて、リグニンや炭水化物が多いため、窒素の肥効率は低くなる。

イ 豚ふん堆肥

豚ふん堆肥は、窒素が鶏ふん堆肥よりは少ないが、牛ふん堆肥よりは高く、炭水化物は鶏ふん堆肥と同程度である。窒素、りん酸、石灰含量は牛ふん堆肥よりも高く、カリは牛ふん堆肥よりも低い傾向にある。一般的に銅や亜鉛含量が他の畜種由来の堆肥に比べて高い。

ウ 鶏ふん堆肥

鶏ふん堆肥はC/N比（窒素成分に対する炭素成分の割合）が小さく、土壌中で容易に分解される。石灰含量が他の畜種由来の堆肥よりも高い。副資材として、木質系資材を混合したものと混合していないものがあるが、この両者では全く肥効が異なる。

2 稲わら堆肥

稲わらは比較的堆肥化しやすい素材であるが、C/N比は60~70程度あることから、堆肥化にあたっては窒素源を加えてC/N比を腐熟の進行に適した30~40程度まで低下させる必要がある。窒素源としては、家畜ふんの他、速成堆肥として石灰窒素を用いる場合もある。図37には、石灰窒素を窒素源とした速成堆肥の作り方を示した。

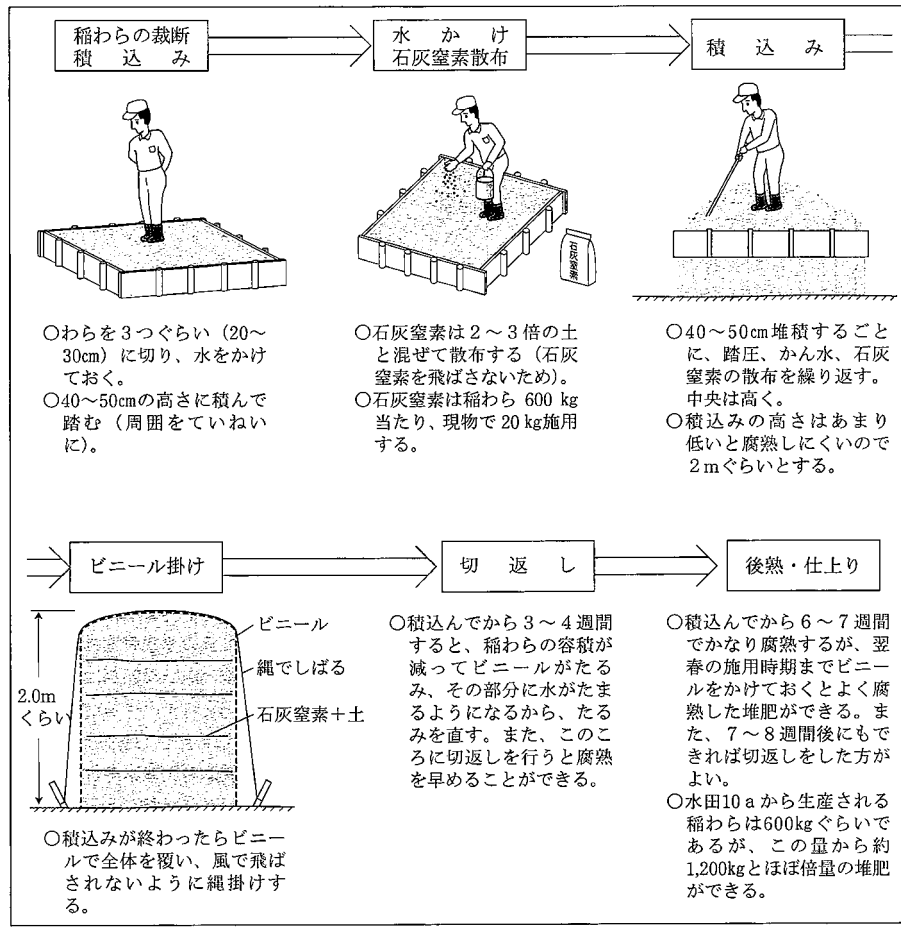
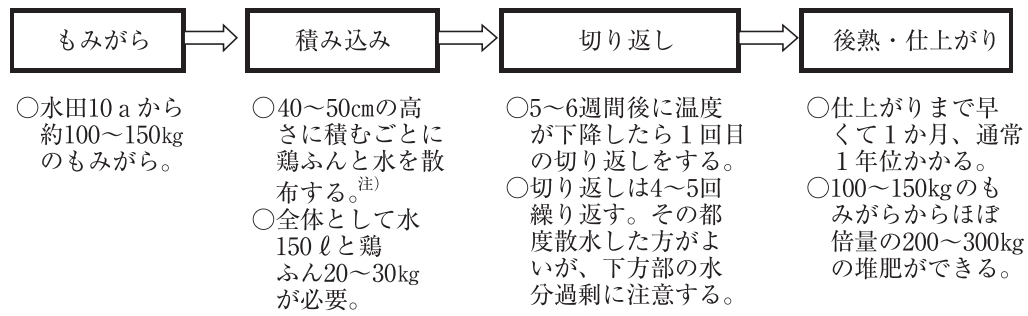


図37 稲わら堆肥の作り方

3 もみがら堆肥

もみがらは稲わらと比べて腐熟しにくいので、作成にあたってはC/N比調整の窒素源として家畜ふんを用いる必要があり、石灰窒素のような化学肥料だけでは腐熟は進まない。また、切り返しも4~5回程度行う必要があり、仕上がりまで早くても6か月、通常は1年位要する。図38にもみがら堆肥の作り方を示した。なお、以下に記載する鶏ふんの添加量は、市販の乾燥鶏ふんまたは発酵鶏ふんを使用した場合である。



注) 畑の土や他の有機物をサンドイッチ状に敷くと腐熟しやすい。

図38 もみがら堆肥の作り方

4 木質堆肥

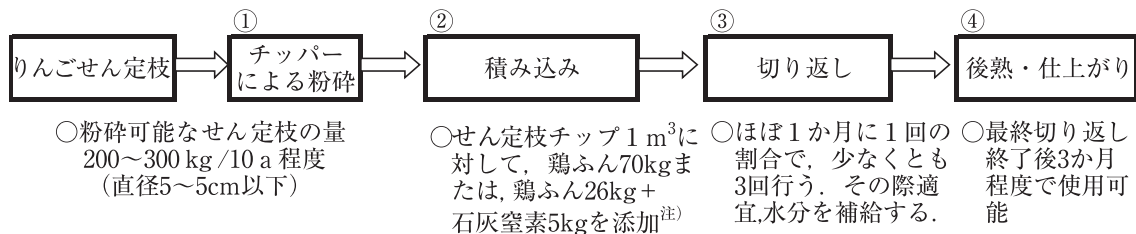
(1) せん定枝堆肥

りんごせん定枝のような木質物は、リグニンなどの難分解性有機物を多く含み、C/N比が高いため、堆肥化した場合の腐熟が稲わらなどに比べて難しいとされる。しかし、次のような方法により、春に堆肥化を開始して半年程度堆積すれば、晩秋には腐熟した堆肥として活用できる。ここでは、りんごせん定枝堆肥について記載するが、りんご以外の果樹せん定枝の場合も大差ないと考えられる。

ア せん定枝堆肥の作り方

りんごせん定枝堆肥化の手順をまとめると、図39に示すようになる。

りんごせん定枝の堆肥化方法は、基本的に稲わら堆肥やもみガラ堆肥の場合と大差はない。しかし、腐熟し難い木質物であることから十分腐熟させるためには、堆積方法、窒素源の種類と量及び切り返しの回数等を適正に行う必要がある。



注) チップが粗い場合は踏圧した状態で、細かい場合は踏圧しない状態でのチップ 1 m³に対する添加量

図39 りんごせん定枝堆肥化の手順

(ア) チッパーによる粉砕

成木園の場合、小型のチッパーで粉砕可能な直径5～6 cm以下のせん定枝は10a当たり200～300kg程度と見込まれ、これを堆肥化した場合、最終的に1～1.5倍量の200～450kg程度のせん定枝堆肥が得られる。

(イ) 積み込み

積み込みは、せん定枝チップを数10cmの厚さに積み上げるごとに窒素源として鶏ふんまたは鶏ふんと石灰窒素を表面になるべく均等にまき、水を下からしみ出すまで十分散布する。これを数回繰り返して、窒素源をサンドイッチ状に数段にはさんだ状態に積み上げる。

最後に表面をビニール等で覆い、風で飛ばないように紐で縛る。ビニールで覆うことにより、堆肥表面の乾燥や降雨による堆肥成分の流出を防止できるうえ、悪臭の外部への拡散も抑制できる。

積み込みの方法には、稲わら速成堆肥の作成方法で示した木枠を利用してこの中にチップ化したせん定枝を投入し、足で踏み固めながら積み上げる方法と、木枠は使わず踏圧も加えないで単にせん定枝チップを積み上げる場合がある。前者は、比重が軽くかさばる材料を堆積するのに良い方法であるが、比重が重い材料の場合は通気性が悪くなり腐熟が遅れる傾向がある。りんごせん定枝の堆肥化では、基本的にどちらの堆積方法をとってもよい。しかし、使用するチッパーによりせん定枝チップの大きさや密度は異なり、オガクズ状の細かいチップが主体の場合は、堆積時に踏圧することにより腐熟が遅れる傾向もみられることから、踏圧せずに堆積した方がよい。

(ウ) 切り返し

堆積方法や窒素源の添加等の条件が適当であれば堆積後の温度は70℃以上にも上昇するが、1か月程度で低下してくる。これは堆積物中の空気（酸素）が微生物により消費され、特に堆肥の中心部で不足になり、また表面付近では高温による水分の蒸発で乾燥が進むことなどにより、微生物の分解活動が衰えるためである。ここで切り返しを行って堆肥をかく拌することにより、微生物活動は再び活発になり、温度が上昇し、堆肥化が進行する。さらに、切り返しにはせん定枝と窒素源を混和したり、堆肥の位置による腐熟の差を均一化するなどの意味もある。このように、切り返しは堆肥の腐熟のために極めて重要な作業であり、手を抜かずに行う必要がある。

切り返しの際は、水分も補給する必要があるが、温度が低下し、表面が乾燥していないようであれば水は加えなくても良い。目安としては、堆肥表面が水気がなくばさばさした感じで、握っても手にあまり付着しないようであれば水を加えるが、手で強く握って水がしみ出すようならば加える必要はない。切り返し後の堆積は、簡易堆積でよいが、ビニール等による被覆は行う。切り返しは1か月程度の間隔で、少なくとも3回は行う必要がある。

また、切り返しは、ローダやバックホウ等を使用すれば短時間で行うことができる。

(エ) 後熟・仕上がり

切り返しを繰り返すと、切り返し後の温度上昇がだんだん少なくなってくるが、この時点ではまだ腐熟は不十分である。このため、最終切り返し後、少なくとも3か月程度は堆積を継続して、中温性の微生物による腐熟の段階である後熟を経る必要がある。

イ せん定枝堆肥の施用効果

(ア) りんごせん定枝堆肥の成分含量

表136に堆積期間、堆積方法等の異なる3つのりんごせん定枝堆肥と稲わら速成堆肥の成分含量を示した。せん定枝堆肥はいずれも、稲わら堆肥に比べてpHおよびECが高く、全炭素量と全窒素量も多く、無機成分についても著しく多かった。これは、いずれのせん定枝堆肥も窒素源として石灰窒素に加えて発酵鶏ふんを図48に記載したように十分量使用しているのに対し、ここに示した稲わら堆肥の場合には石灰窒素のみの使用で、投入量も比較的少なかったためと考えられる。せん定枝、稲わら及びもみがらといった植物性の原料を主成分とした堆肥では、一般にこれら主原料の窒素、りん酸や無機成分含量は低く、堆肥の成分含量は、混合する窒素源の成分と量によって大きく変わってくる。りんごせん定枝堆肥の場合も、図48に示した腐熟に十分な量の窒素源を加えて作成した場合、成分含量は比較的高いものとなる。

表136 りんごせん定枝堆肥と稲わら堆肥の成分含量

堆 肥	水分 (%)	pH (mS/cm)	EC (%)	全炭素* (%)	全窒素* (%)	C/N比	りん酸* (%)	石灰* (%)	苦土* (%)	カリ* (%)
せん定枝堆肥Ⅰ	71.6	8.7	1.8	43.7	3.3	13.4	1.6	7.3	0.8	1.6
せん定枝堆肥Ⅱ	74.3	8.6	2.1	42.6	3.8	11.1	1.8	12.6	0.9	1.5
せん定枝堆肥Ⅲ	69.0	8.5	1.7	32.9	2.9	11.3	3.2	16.3	1.2	1.2
稲わら堆肥	57.4	7.3	0.2	15.5	1.0	15.4	0.5	0.9	0.4	0.4

注) 水分は現物当たり、*は乾物当たり、稲わら堆肥は副資材として石灰窒素を加えた速成堆肥。

(イ) りんごせん定枝堆肥の施用効果

表137に、これらのりんごせん定枝堆肥及び稲わら堆肥の施用がりんご苗木の生育に及ぼす影響を示した。りんご苗木の幹周、樹高、総新しょう長は、いずれのせん定枝堆肥施用区も無処理区に比べて明らかに優っており、稲わら堆肥施用区に劣らなかった。また、表138に示すように土壌化学性の改良効果も高く、稲わら速成堆肥に比べて明らかに優った。このように、りんごせん定枝を原料とした堆肥は作物生育及び土壌改良に効果の高い良質な堆肥として、一般の堆きゅう肥と同様作物栽培に活用できる。

表137 りんご剪定枝堆肥の施用がりんご苗木の生育に及ぼす影響

試験区	幹周	樹高	総新しょう長
せん定枝堆肥 I	4.8 b	176 b	186 b
せん定枝堆肥 II	4.7 b	180 b	172 b
せん定枝堆肥 III	4.9 b	181 b	167 b
稲わら堆肥	4.5 b	170 ab	132 b
無処理	3.8 a	165 a	59 a

注) 異なるアルファベット間には有意差があることを示す。

表138 りんごせん定枝堆肥の施用による土壌化学性への影響

堆肥	pH (H ₂ O)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N比	可給態窒素 (mg/100g)	有効態りん酸 (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)		
							石灰	苦土	カリ
せん定枝堆肥 I	5.8 b	7.3	0.48 b	15.0 ab	4.7 b	1.6 ab	204 b	32 b	43 cd
せん定枝堆肥 II	6.3 c	7.0	0.49 b	14.5 a	4.0 b	1.8 b	364 c	36 bc	38 c
せん定枝堆肥 III	6.3 c	7.1	0.47 ab	14.9 a	4.4 b	4.8 c	495 d	50 c	59 d
稲わら堆肥	5.0 a	7.2	0.46 ab	15.6 b	2.4 a	0.9 ab	33 a	10 a	18 ab
無処理	4.9 a	6.8	0.43 a	15.6 b	2.0 a	0.6 a	14 a	12 a	16 a

注) 異なるアルファベット間には有意差があることを示す。

(ウ) 紋羽病に対する影響

りんごせん定枝堆肥をとということで、紋羽病に対する心配を持つ方もいると思う。このため、ポットに植え付けたマルバカイドウ苗木に腐熟程度の異なるせん定枝堆肥を施用し、紫紋羽病菌を培養したりんご切り枝を混合して紫紋羽病発病への影響を検討した。その結果、明らかに未熟な状態のせん定枝堆肥を施用した場合は、紫紋羽病の発病及び症状の進展が早い傾向を示す場合もあったが、半年程度堆肥化したものでは発病が助長される傾向はみられなかった。また、ほ場レベルでも継続して検討を行っているが、せん定枝堆肥施用により紋羽病が助長される傾向はみられていない。

基本的にせん定枝堆肥に限らず未熟な有機物の投入は紋羽病を助長する恐れがあるが、腐熟が進んだものであれば危険性は低いと考えてよい。りんごせん定枝は半年程度の堆肥化により良質な堆肥として安全に使用できるが、腐熟の進行は、堆積時や堆積中の管理によって影響を受けるので、これまで述べた留意点に従って堆肥化を行い、腐熟を図る必要がある。

(2) バーク堆肥

バーク堆肥は農家が生産する自給的堆肥とは異なり、大規模な生産施設で生産される場合が多く、流通量は各種堆肥の中でもっとも多いとされる。針葉樹のバークが原料として使われる場合が多いが、広葉樹に比べて針葉樹のバークはC/N比が高く、堆肥原料としては木質物の中でも腐熟が難しい。しかし、土壌中での分解がしづらいことから、物理性の改良効果は高く、保水力、保肥力も高いなどの優れた点もある。

バーク堆肥の問題点としては、外観からは腐熟が十分かどうかの判断が難しく、市販の製品でも表139に示すように施用によりコマツナ及びりんご実生の生育が悪く、腐熟が不十分と考えられるものもあった。このため、大量に施用するような場合は、次項のコマツナ幼植物による腐熟判定により生育阻害のないことを確認した上で施用することが望ましい。

表139 堆肥施用とコマツナ、りんご実生及びりんご苗木の生育（今ら、1988年）

	堆肥の種類	コマツナの生育指数	りんご実生の生育指数*
試験1	バークA	81	92
	バークB	69	93
	バークC	132	112
	稲わら堆肥	143	101
	もみ殻堆肥	185	145
試験2	バークD	22	52
	バークE	22	70
	稲わら堆肥	467	368

注) バーク堆肥は市販のもの。*土だけでの生育を100とした指数値。

5 堆肥の腐熟判定

堆肥が十分腐熟しているかどうかは、外観だけからは見分け難い。堆肥の腐熟判定には様々な方法が提案されているが、特殊な分析機器を要するもの、高度な技術や熟練が必要なもの、特定の堆肥にしか適用できないものなど一長一短がある場合が多い。このため、ここでは、判定にやや日数はかかるものの簡便で多くの堆肥に適用できる方法として、コマツナ幼植物による方法を紹介する。

(1) コマツナ幼植物による簡易腐熟判定方法

ア やり方

深さ10cm、縦、横20cm位の大きさの箱に、土と堆きゅう肥を5：1（容積比）の割合で混合したものと、土だけを入れたものを準備する。使用する土は現場で得られるものでよく、特に吟味する必要はない。

コマツナの種子を1か所4粒、1箱当たり4～5か所に播種し、発芽4～5日後に間引きを行い、1か所1株ずつにする。時々かん水して2～3週間後に生育を比較する。

イ 評価

コマツナの生育が土だけのものと同等か、それ以上の場合は堆きゅう肥がよく腐熟していることを示している。また、土だけのものより劣る場合は、よく腐熟していないことを示しており、このような堆きゅう肥はさらに十分腐熟させてから使用する。