

家畜ふん堆肥の特徴

1 家畜ふん堆肥の特徴	46	5 堆肥作りの基礎知識	55
(1) 易分解性有機物	46	(1) 堆肥化(腐熟)の目的	55
(2) 家畜ふん堆肥中の肥料成分量	46	(2) 未熟堆肥施用が及ぼす悪影響	55
(3) 家畜ふん堆肥の水溶性塩類組成	47	ア 衛生的安全性と雑草種子	
2 畜種別及び製造方法別家畜ふん堆肥 の特徴	48	イ 土壌の異常還元、ガス害、有機酸発生	
(1) 堆肥製造方法の違いによる堆肥の特徴	48	ウ 生育阻害物質	
ア 堆積・解放攪拌タイプ		エ 窒素飢餓	
イ 密閉型発行タイプ		オ 木質物の影響	
ウ 鶏ふん堆肥		(3) 堆肥の腐熟度判定法	57
(2) 畜種別による堆肥の特徴	48	ア 外観による評価法	
3 家畜ふん堆肥の肥料成分利用	49	イ 化学・生物的評価法	
(1) 窒素成分	49	6 家畜ふん堆肥の利用にあたっての留意 事項	59
(2) リン酸成分	49	(1) 野積みの禁止	59
(3) カリ成分	50	(2) 連用による地力向上	59
(4) 堆肥施用量の把握	50	7 参考資料	60
4 家畜ふん堆肥の簡易成分測定	51	(1) 有機物質材別成分測定例	60
(1) 家畜ふん堆肥の遅速を含めた窒素肥効 評価法	51	(2) 堆肥の施用基準	63
(2) リン酸、カリ等無機成分量の測定	54	(3) バーク(樹皮)堆肥の特徴	64

1 家畜ふん堆肥の特徴

(1) 易分解性有機物

易分解性有機物とは土壤中で急激に分解する有機物(糖、脂質、易分解性のタンパク質)のことで、堆肥化(好氣的発酵)過程で分解される。しかし、堆肥化途中で乾燥が進むと一部が分解されずに残存する。

これが堆肥中に多量に残存していると(未熟堆肥)、土壤の異常還元、ガス害、有機酸発生の原因となる。

易分解性有機物は生ゴミや米ぬかなどに多く含まれ

る。また、嫌気発酵すると有機酸等の生育阻害物質変わりやすい。

家畜ふん堆肥中の易分解性有機物量を他の有機資材と比較すると、ナタネ粕>乾燥生ゴミ>>豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥、発酵生ゴミ>発酵キノコ廃床>牛ふん堆肥、パーク・もみがら堆肥、汚泥堆肥の順になる。

なお、難分解性有機物が多い堆肥は土壤への有機物集積効果に優れている。

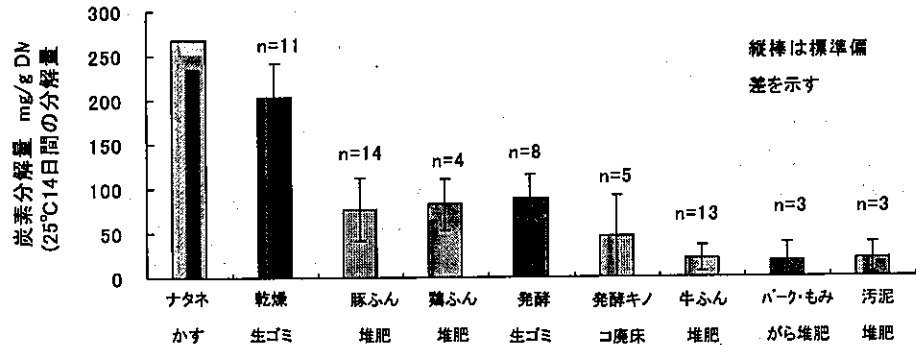


図1 各有機物資材の土壤中における炭素(有機物)分解量(小柳,平16)

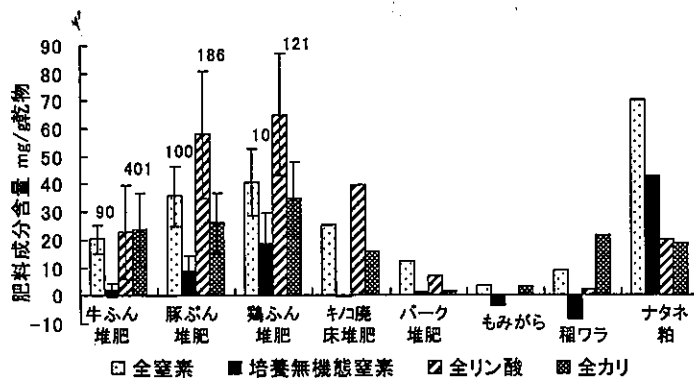
(2) 家畜ふん堆肥中の肥料成分量

家畜ふん堆肥は、無機態窒素供給量(有効態窒素、可給態窒素)に比べてリン酸とカリ含量が高く肥料成分として無視できない。特に豚ふん堆肥と鶏ふん堆肥はリン酸が多く含まれている。このため、家畜ふん堆肥からの窒素利用を基準にして施用すると、リン酸やカリの過剰施用となる。堆肥の肥料成分を利用する場合は、含有量が一番多い成分(リン酸またはカリ)の含有量から堆肥の施用量を決定する。

また、同じ畜種でも各堆肥で成分のばらつきが大きいため、堆肥の利用にあたっては成分を把握し、化学肥料を減らすことで、土壤中のリン酸、カリの蓄

積を防ぐとともに、施肥コストの削減につなげることができる。従来の〇〇堆肥なら化学肥料中の各肥料成分を〇%減量するというような目安や代替え率による減肥ではなく、各成分値を用いて施肥設計することが望ましい。

堆肥の肥料成分の把握は RQ フレックスを用い簡易に分析でき(中央農研、新潟畜研)、届け出している家畜ふん堆肥であれば必ず成分値が記載されている。ただし、化学肥料と異なり全窒素量のすべてが窒素成分として効くことではないので、後述の簡易分測定等を利用して窒素肥効を推定する必要がある。



図中の数字はn数 培養無機態窒素は鶏ふん堆肥は30°C8週 その他は30°C12週

図2 各有機質資材中の肥料成分含量(小柳,平21)

(3) 家畜ふん堆肥の水溶性塩類組成

家畜ふん堆肥中の水溶性塩類はカリ肥料となるカリウムイオンと塩化物イオンが主体である。

また、カリウムに対して対となる塩素、硫黄の合計量が少ないため、塩化カリ肥料や硫化カリ肥料を施肥するよりも、土壌への塩化物イオン、硫酸イオンの

蓄積は少ないと考えられる。

牛ふん堆肥のカリ成分をカリ肥料として利用し、窒素肥料として尿素を用いることで、ノンストレス型肥料と同様に土壌 EC の上昇及び水溶性硫酸イオン、塩化物イオンの増加を抑えることができる(活用技術、平21)。

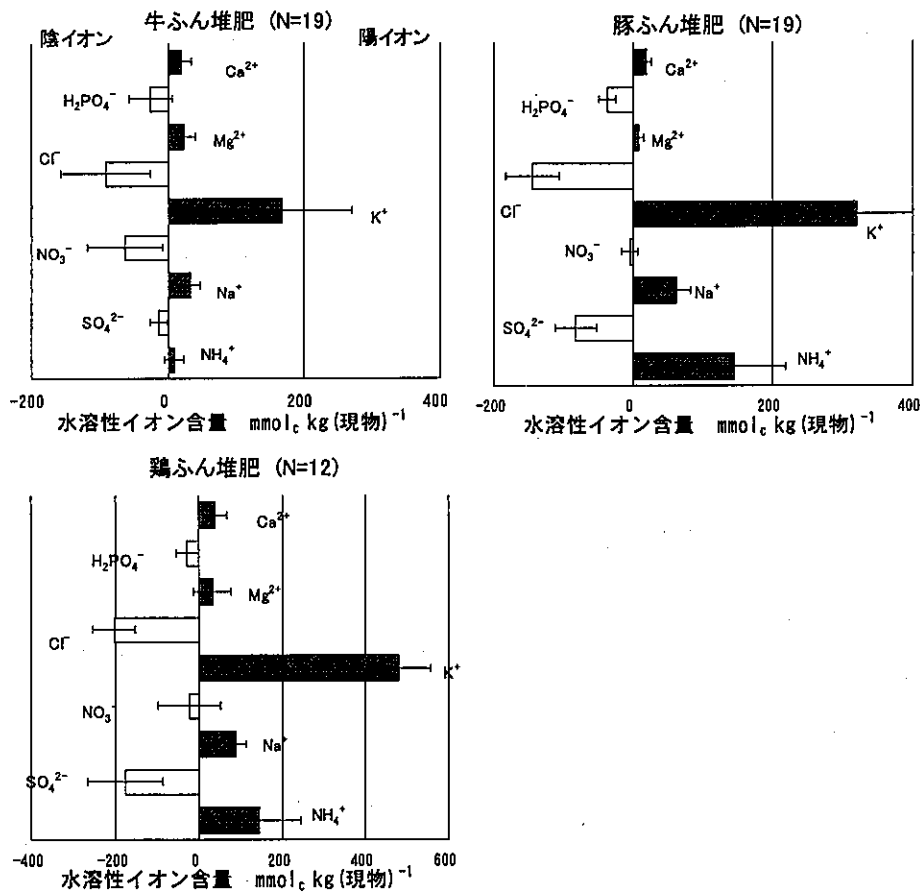


図3 各家畜ふん堆肥の塩類組成(小柳・他.平16)

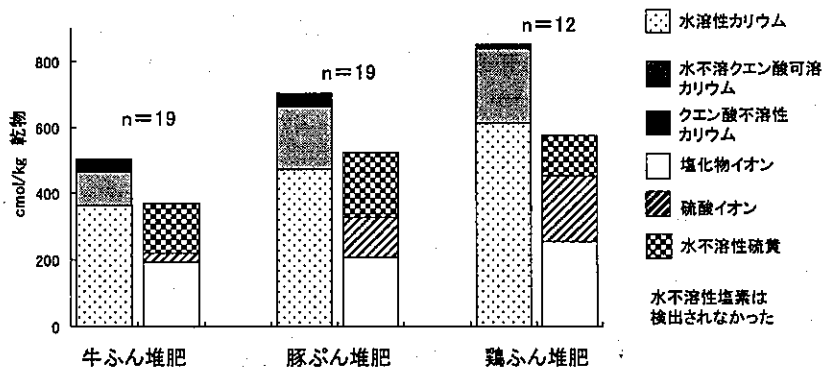


図4 家畜ふん堆肥のカリウム、塩素の形態、硫黄の形態(小柳・他.平16)

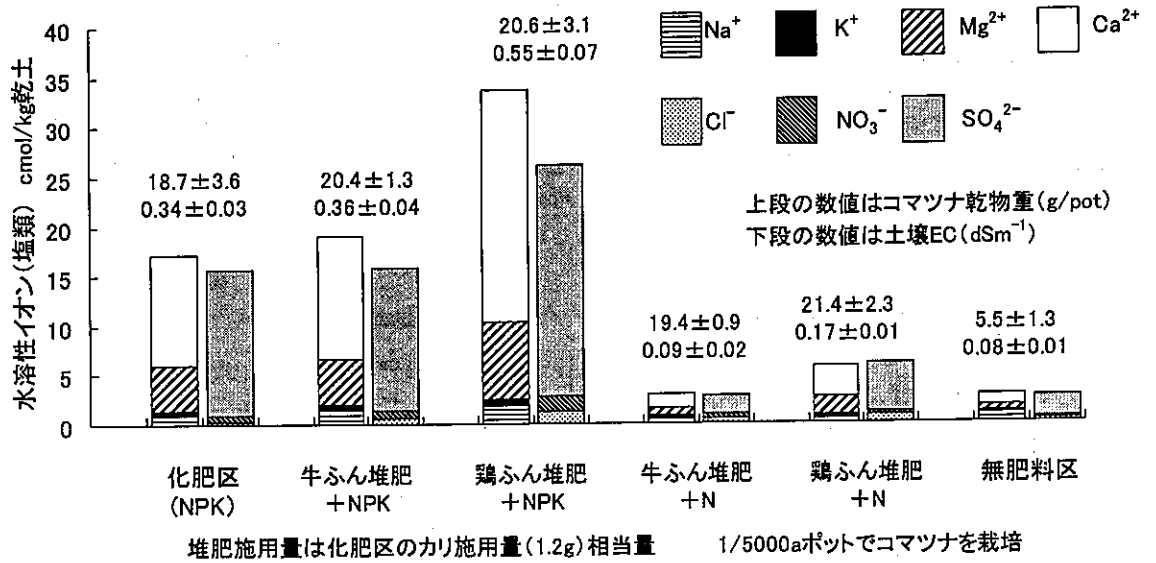


図5 家畜ふん堆肥でカリを代替した栽培試験の結果 (小柳・他, 平19)

2 畜種別及び製造方法別家畜ふん堆肥の特徴

(1) 堆肥製造方法の違いによる堆肥の特徴

ア 堆積・開放攪拌タイプ

水分調整のため、もみがら等の副資材と混合して堆積し、切り返しや攪拌を行って製造する方式。切り返しや攪拌の方法はローダーやスクープ式など様々だが、堆肥の特徴はそれほど変わらない。

切り返しや攪拌により十分発酵が行われていれば、易分解性有機物はほとんど分解されている。

牛ふん堆肥と豚ふん堆肥のほとんどが堆積・開放攪拌タイプで製造されている。

イ 密閉型発酵タイプ

豚ふん堆肥の一部がこのタイプで製造される。副資材を使用せずに、密閉型堆肥化装置の中で強制的に攪拌し発酵させる。7日程度の発酵と同時に水分が低下し排出されるため易分解性有機物がある程度残っている。このため、施用後に易分解性有機物が徐々に分解され無機態窒素となる。易分解性有機物が多い場合は窒素飢餓が起こるほどではないが、

初期に土壌中の微生物に窒素が取り込まれるため初期生育時には無機態窒素が放出されないこととなる。

ウ 鶏ふん堆肥

鶏ふん堆肥は主に乾燥鶏ふん (乾燥型: 発酵期が短い、または乾燥させたもの) と発酵鶏ふん (発酵型: 発酵期間が長いもの) に分けられる。発酵鶏ふんは発酵過程で窒素が揮散するため乾燥鶏ふんに比べて無機態窒素供給量 (有効態窒素・可給態窒素) が少ないことに留意する必要がある。また、採卵鶏ふんを原料とする堆肥は給与飼料の関係から Ca 量が非常に多くなっており、石灰質資材としての効果も期待できる。

(2) 畜種別による堆肥の特徴

畜種や堆肥化方法の違いにより、易分解性有機物と難分解性有機物の含有量に違いがある。各堆肥特徴を理解して、堆肥の肥料成分を利用する必要がある。

表1 畜種別による堆肥の特徴

堆肥の種類	堆肥化処理方法	易分解性有機物	難分解性有機物 (物理性改善)	3要素の特徴
牛ふん堆肥	堆積・攪拌型	少ない	多い	有効態窒素は少なく相対的にカリが多い
豚ふん堆肥	堆積・攪拌型	少ない	やや多い	有効態窒素は少なく相対的にリン酸が多い
	密閉型	やや多い	少ない	有効態窒素がややあり相対的にリン酸が多い
鶏ふん堆肥	乾燥型	やや多い	少ない	有効態窒素がややあり相対的にリン酸が多い
	発酵型	少ない	少ない	有効態窒素は少なく相対的にリン酸が多い

3 家畜ふん堆肥の肥料成分利用

(1) 窒素成分

家畜ふん堆肥中の窒素成分は化学肥料と同様に全窒素量で表されていることが多い。しかし化学肥料と異なり全窒素には難分解性有機物中窒素(1作目では分解されないため作物に利用されない)も含まれている。畜種や堆肥化過程、使用副資材等条件の異なる堆肥は難分解性有機物の含有割合も様々である。このため、堆肥の全窒素量から無機態窒素供給量(有効態窒素量、可給態窒素量)を〇%と一律に推定するのは、副資材を含まない採卵鶏の鶏ふん堆肥以外は難しい。

無機態窒素供給量は、堆肥中の無機態窒素量、易分解性有機物量により左右される。堆肥中に残存した易分解性有機物は土壤中で分解され徐々に無機態窒素として供給される。

堆肥施用後1作目の無機態窒素供給量については、施用から4週間以内(30℃)に効果が期待できる速効性と、4週(30℃)から12週(30℃)の間に無機化する緩効性の窒素量を区別して評価する窒素肥効評価法が開発された(中央農研.平成21)。

これにより家畜ふん堆肥の施用当分の窒素肥効を

評価して利用することができる。具体的な分析方法については後述する。

堆肥の連用により土壤に蓄積した遅効的な窒素については、堆肥の分解特性の他に、土壤特性や栽培管理、地温等の環境条件によって異なるため、土壤分析により土壤の可給態窒素として評価する。

(2) リン酸成分

家畜ふん堆肥中の水溶性リン酸は少ないが、ほとんどがクエン酸可溶性(可給態)である。その詳細な肥効については現在研究が進められている。しかし、リン酸は現在の施肥基準において、植物体に吸収されるよりも多く施用するように設定されており、栽培試験でも化学肥料と同等の肥効を示すことから、リン酸全量を肥料として利用できると考えて施肥設計しても当面は問題ないと思われる。

ただし、堆肥中のリン酸肥効は土壤のリン酸吸着能、pH、水分、地温や作物種によって変化することも考えられるので、土壤の可給態リン酸の推移に留意するとともに初期生育確保が重要な作物では注意が必要である。

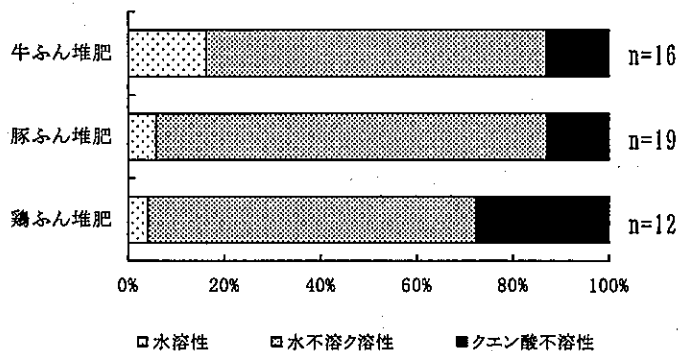


図6:家畜ふん堆肥中リン酸の形態(畜研セ.平17)

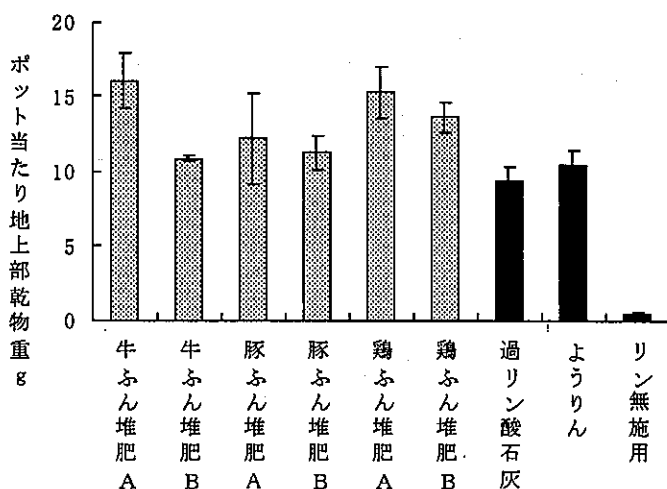


図7:ポット栽培における家畜ふん堆肥中リン酸の肥効(畜研セ.平17)

(3) カリ成分

家畜ふん堆肥中のカリはほとんどが水溶性またはクエン酸可溶性(可給態)であり、栽培試験でも化学肥料と同等の肥効を示すことから、堆肥中のカリ全量

を肥料として利用することができ、その肥効は化学肥料と同等と見なすことができる。

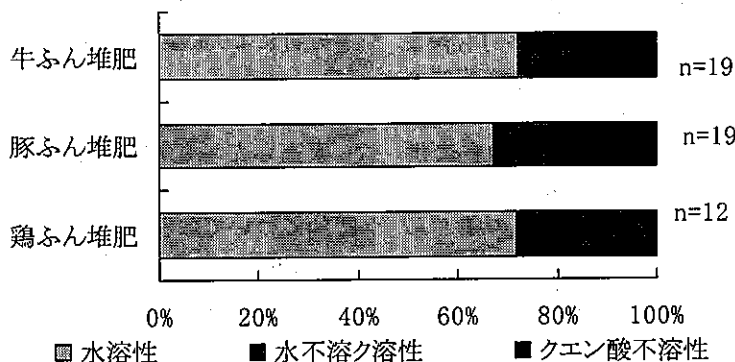


図8: 家畜ふん堆肥中カリ成分の性質(畜研セ. 平17)

表2: 家畜ふん堆肥中カリ成分の肥効・利用率(畜研セ. 平17)

	カリ施用量	こまつな収量	カリ吸収量	カリ利用率
	g/pot	DMg/pot	g/pot	%
化学肥料(硫酸カリ)	1.2	18.7	0.96	80
牛ふん堆肥	1.2	19.4	1.04	86
鶏ふん堆肥	1.2	21.4	1.02	85

窒素は硫安、リン酸は過リン酸石灰で供給

(4) 堆肥施用量の把握

堆肥の施用量はダンプ1台というような単位で購入散布されることが多い。堆肥の成分を正確に把握しても施用量を把握しなければ堆肥中の肥料成分を有効に利用できない。

そこで、堆肥は水分が変動しても容積当たりの乾物重量がほぼ一定していることを利用して堆肥施用量を推定することができる。

トラックスケールでダンプ1台当たりの堆肥重量を測定する(反復は2~3回)。この時の堆肥水分を測

定し、ダンプ1台当たりの堆肥の乾物重量を把握しておく。

季節により堆肥の水分が変動しても容積当たり乾物重量がほぼ一定しているので、ダンプに堆肥積み込む時にいつも同じ容量を入れるように気をければ散布される乾物重量はほぼ一定となり、把した乾物重量を毎回利用できる。

これは堆肥を積み込む畜産農家の協力も必要であるため事前に耕種農家、畜産農家でよく話し合うことが大切である。

表3 水分と容積重(比重)の関係(畜産環境整備機構. 平13、一部再計算)

水分%	現物 kg/m3				乾物 kg/m3			
	牛ふん堆肥 副資材あり ¹⁾	牛ふん堆肥 副資材なし ²⁾	豚ふん堆肥 副資材あり ³⁾	豚ふん堆肥 副資材なし ⁴⁾	牛ふん堆肥 副資材あり ¹⁾	牛ふん堆肥 副資材なし ²⁾	豚ふん堆肥 副資材あり ³⁾	豚ふん堆肥 副資材なし ⁴⁾
60	500		550		200		220	
55	450		500		203		225	
50	400		450		200		225	
45	370	500	420	500	204	275	231	275
40	350	450	400	450	210	270	240	270
35	320	420	370	420	208	273	241	273
30	300	390	350	390	210	273	245	273
平均					205	273	232	273

1) オガクズ牛ふん堆肥、もみがら牛ふん堆肥等

2) 密閉縦型豚ふん堆肥等

3) オガクズ豚ふん堆肥、もみがら豚ふん堆肥

4) 発酵鶏ふん等

4 家畜ふん堆肥の簡易成分測定

(1) 家畜ふん堆肥の遅速を含めた窒素肥効評価法

牛ふん・豚ふん堆肥については、無機態窒素測定およびデタージェント分析により、施用から4週間以内(30℃)に効果が期待できる速効性と、4週(30℃)から12週(30℃)の間に無機化する緩効性の窒素量を区別して評価する。デタージェント分析により酸性デタージェント溶液(AD)可溶有機物250mg/gDM未満の場合は緩効性窒素が無く、無機態窒素から速効性窒素を推定する。デタージェント分析によりAD可溶有機物250mg/gDM以上の場合は、緩効性窒素があり、速効性+緩効性窒素はAD可溶窒素により推

定でき、豚ふん堆肥ではさらに詳細に無機態窒素、AD可溶有機物、AD可溶窒素、地温より時期別の窒素肥効が推定できる。

鶏ふん堆肥(採卵鶏・副資材なし)は全窒素または無機態窒素の測定により速効性窒素肥効を推定する。緩効性窒素は一定(2kg/t・DM)している。

これらの分析はRQフレックスや圧力鍋等を用いて測定する方法で簡易・迅速に分析できる(中央農研、平成21)。

分析方法の詳細についてはホームページ上で公開されている堆肥カルテシステム付属のマニュアルを参照(<http://taihi.dc.affrc.go.jp/doc/>)。

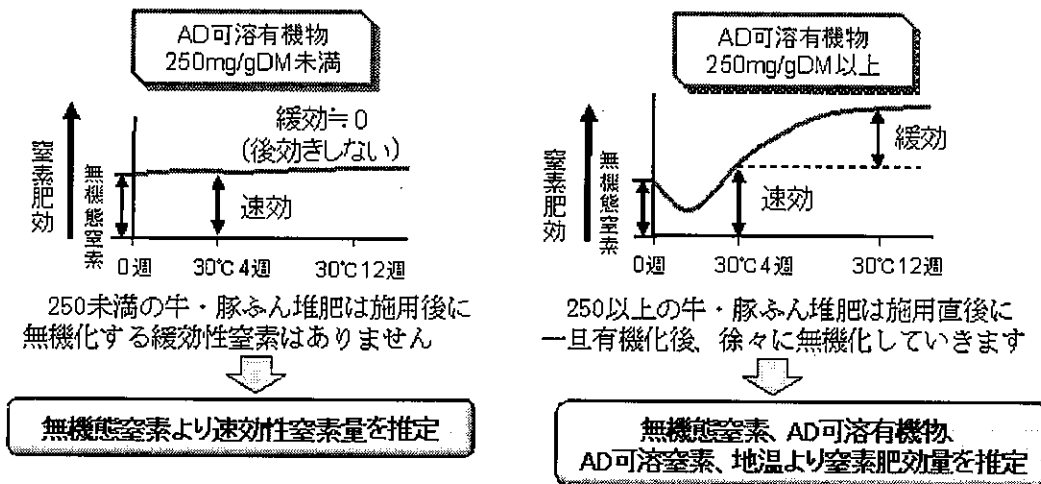


図9 牛ふん堆肥、豚ふん堆肥の窒素肥効パターン(中央農研、平21)

無機化は8週までに完了します。4週までに無機化している窒素(速効性窒素)は堆肥化方法によって大きく異なりますが、全窒素または無機態窒素により評価できます。

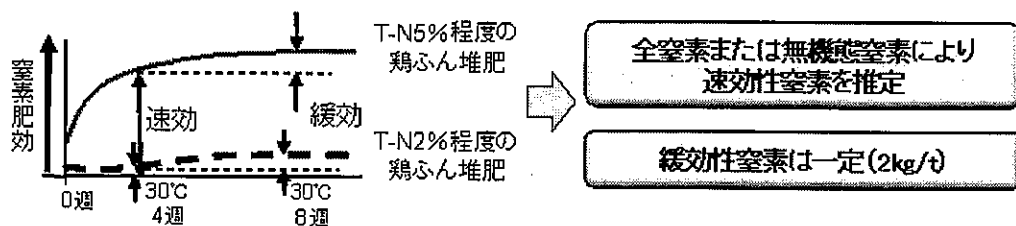


図10 鶏ふん堆肥の窒素肥効パターン(中央農研、平21)

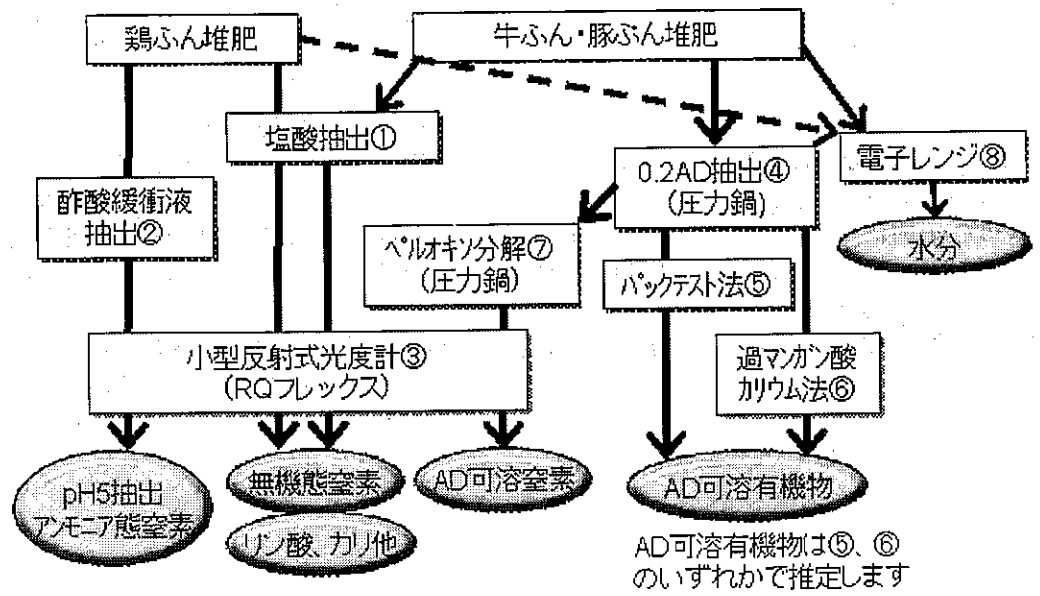
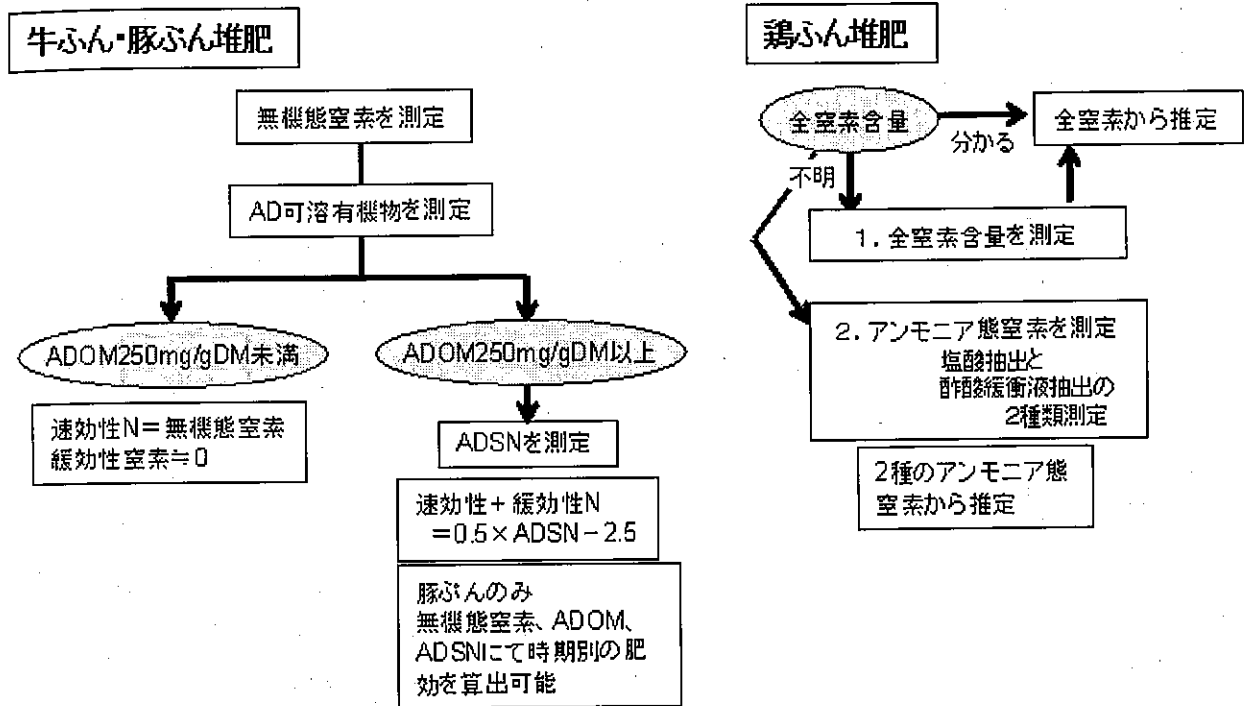


図11 簡易分析の具体的手順(中央農研, 平21)



それぞれ次の式により速効性窒素、緩効性窒素を算出します。

		速効性N	緩効性N
牛	ADOM250未満	無機N	無し
	ADOM250以上 C/N比18未満	無機N	$0.5 \times \text{ADSN} - 2.5 - \text{速効性N}$
	C/N比18以上	無機N-2(+の時)	無し

C/N比不明の場合は18未満に準ずる

		速効性N	緩効性N
豚	ADOM250未満	無機N	無し
	ADOM250以上	$0.02 \times \text{ADOM} - 3$	$0.5 \times \text{ADSN} - 2.5 - \text{最少N}$

有機化N、最少N、無機化Nは計算のための予備的な数値、肥効算出の係数は2、の表1による
速効+緩効性N(真期3ヶ月)は $0.5 \times \text{ADSN} - 2.5$

		速効性N	緩効性N
鶏	全窒素による推定	$\text{全窒素(乾物)}\% \times \text{全窒素(乾物)}\% - 2$	2
	アンモニア態窒素による推定	$\{(\text{塩酸抽出NH}_4\text{態N} - \text{酢酸抽出NH}_4\text{態N}) \times 4.7 - 2.6\} + \text{塩酸抽出NH}_4\text{態N}$	2

{ }内で尿酸態窒素を推定、負の時は0とする

図12 分析の概要と窒素肥効の算出(中央農研, 平21)

(2)リン酸、カリ等無機成分量の測定

堆肥中のリン酸、カリ成分等無機成分量の把握はRQフレックスを用いて簡易に測定する方法が開発されている。振とうにより塩酸抽出する方法(中央農

研、平21)と、ミキサーを使って硫酸抽出する方法(普及技術、平14、16他)がある。前者はカルシウム、マグネシウムもあわせて測定できる。



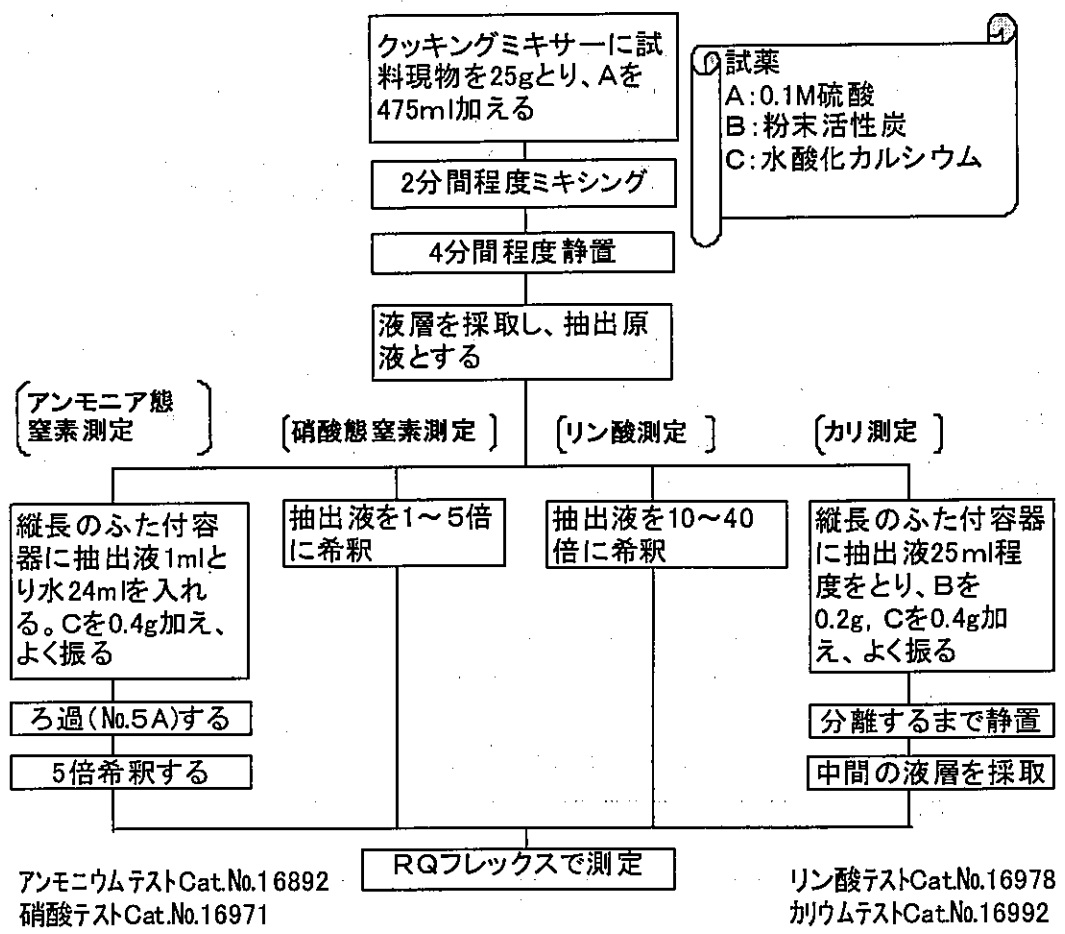
項目	測定範囲(mg/L) ^{※1}	堆肥の種類		
		牛ふん堆肥	豚ふん堆肥	鶏ふん堆肥
NO ₃	5-225	20倍	20倍 ^{※2}	※ ³
Mg	5.0-50		50倍	50倍
NH ₄	0.2-0.7	50倍	200倍	200倍
PO ₄	5-120			
Ca	2.5-45.0	100倍		
K ^{※4}	1.0-25.0	200倍		

- ※1 測定範囲を超えた場合は希釈倍率を上げて測定する
- ※2 密閉型で製造された豚ふん堆肥は測定不要
- ※3 通常測定不要だが、副資材を加えて十分堆肥化している場合は20倍希釈で測定する
- ※4 リフレクトクアントプラス(溶液タイプ)を使用

アンモニア態窒素=補正值×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×0.777 補正值=(測定値-水の測定値)×標準液の濃度÷(標準液の測定値-水の測定値) (0.777はNH ₄ からNH ₄ -Nへの換算係数)
硝酸態窒素=測定値(補正值)×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×0.226 補正值=測定値×標準液の濃度÷標準液の測定値 (0.226はNO ₃ からNO ₃ -Nへの換算係数)
リン酸(P ₂ O ₅)=測定値×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×0.747×1.1 (0.747はPO ₄ からP ₂ O ₅ への換算係数、1.1は常法分析値との関係から得られた補正值)
カリ(K ₂ O)=測定値×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×1.205×0.85 (1.205はKからK ₂ Oへの換算係数、0.85は常法分析値との関係から得られた補正值)
石灰(CaO)=測定値×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×1.399 (1.399はCaからCaOへの換算係数)
苦土(MgO)=測定値×(希釈倍率÷1000)×抽出倍率×1.658 (1.658はMgからMgOへの換算係数)

図13 家畜ふん堆肥の簡易成分測定法(中央農研、平21)

分析方法の詳細は配付されているマニュアル <http://taihi.dc.affrc.go.jp/doc/> を参照



堆肥現物中アンモニア態窒素% = 0.1943 × RQフレックス表示値 × ロット補正係数 ロット補正係数 = $3 \times 1.29 \div (\text{NH}_4\text{-N } 3.0 \mu\text{g/ml での RQフレックス表示値})$
堆肥現物中硝酸態窒素% = 0.0004 × RQフレックス表示値 (抽出原液換算)
堆肥現物中リン酸% = 0.0178 × RQフレックス表示値 (10倍希釈換算) + 0.28
堆肥現物中カリ% = 2.23 × 温度補正後のRQフレックス値 + 0.07 温度補正RQフレックス値 = $(-0.0123T + 1.2635) \times \text{RQフレックス表示値} + (0.021T - 0.577)$ T: 室温(°C)

図14: 家畜ふん堆肥の簡易成分測定法 (畜研セ. 平14、16他)
分析方法の詳細は「RQフレックスマニュアル(新潟県農林水産部)」を参照

5 堆肥作りの基礎知識

(1) 堆肥化(腐熟)の目的

家畜の生ふんや木質など未熟な有機物は土壌や植物に様々な障害をもたらす。そこで、微生物により堆肥化(腐熟)させ、安全で土壌・植物に有用な施用に適する性状に変えることが堆肥化の目的である。一般的には堆肥化を腐熟、堆肥化の程度を腐熟度という用語で表す。

(2) 未熟堆肥施用が及ぼす悪影響

ア 衛生的安全性と雑草種子

病原性微生物や寄生虫などが残存したまま施用されると土壌が汚染され、作物(特に生鮮野菜)を汚染する危険性がある。

雑草種子に発芽能力が残っていると圃場に雑草

の発生を招く。

病原性微生物や雑草種子を死滅させるには堆肥化における発酵温度の上昇と持続が不可欠であり、目安は60°C以上2日間以上である。

イ 土壌の異常還元、ガス害、有機酸発生

土壌に易分解性有機物(糖、脂質、易分解性タンパク質)を多量に供給すると、土壌の異常還元、ガス害、有機酸発生が起こり植物に障害を及ぼす。易分解性有機物は堆肥化の熱源となるため、通常の堆肥化(好氣的発酵)により急激に分解するが、堆肥化途中で堆肥が乾燥すると分解されずに残存する。嫌気発酵すると有機酸等の生育阻害物質に変わりやすい。

ウ 生育阻害物質

フェノール性酸(例:安息香酸)や低級脂肪酸(例:ノルマル酪酸)などの生育阻害物質は植物の根に直接障害を及ぼす。家畜の生ふん、生ゴミ、木質物などに多く含まれているほか、嫌気発酵により発生する。通常の堆肥化(好氣的発酵)を長期間続けていれば減少する。

エ 窒素飢餓

土壤に易分解性有機物を多量に供給すると、有機物を分解する微生物が急速に増殖し、微生物の体を構成するための窒素を急速に吸収し、有機物中の窒素が不足すると土壤中の無機態窒素まで吸収する。このため、作物の吸収可能無機態窒素が減少し生育抑制が起こる。

C/N 比とは関係なく生ゴミのような脂質含量の高い有機物が施用直後引き起こす場合と、稲わらやフ物のような C/N 比の高い有機物が徐々に引き起こす場合とがある。

前者は適切な堆肥化による脂質の減少、後者は C/N 比の低下(概ね25が目安)により回避できる。

オ 木質物の影響

上記に示した影響の他、未熟な木質物は土壌作物に障害を与える。具体的には、果樹での糸病、虫害(キノコバエ)、オガクズの撥水性などである。回避するためには堆肥化期間を十分に取るこ重要である。堆肥化期間の目安は6ヶ月間と言われている。

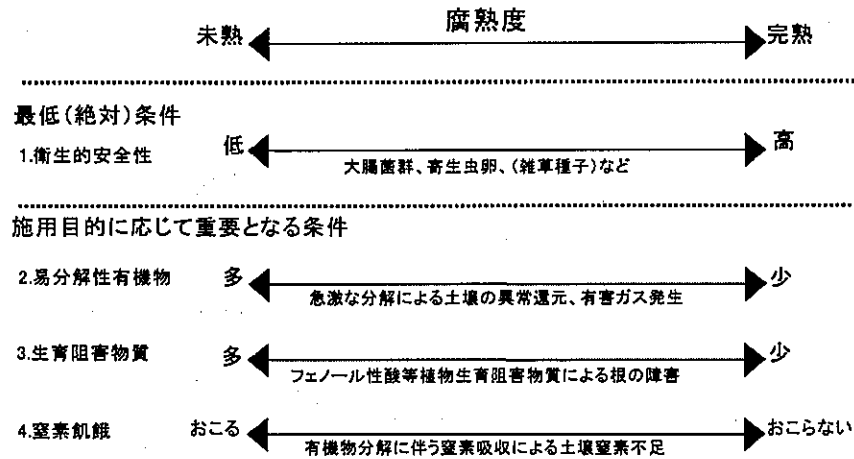


図15 堆肥化(腐熟)の目的(小柳, 平16)

表4 未熟家畜ふんたい肥等の多量施用の影響(原田靖生, 平13)

障害(要因)・症状	具体的障害
1 窒素過剰 (C/N比の低いたい肥を過剰施用した場合)	1 高濃度の無機態窒素による濃度障害 2 作物体中の硝酸態窒素濃度上昇 3 硝酸態窒素の流亡による地下水汚染
2 窒素飢餓 (C/N比の高いたい肥を過剰施用した場合)	1 有機化による窒素飢餓
3 生育阻害物質 (副資材を多量に含む未熟たい肥あるいは嫌氣的に発酵したたい肥を施用した場合)	1 副資材中の生育阻害物質 2 嫌氣的発酵で生成された生育阻害物質
4 土壌の異常還元 (未熟たい肥を過剰施用した場合)	1 土壌の還元による根の障害 2 土壌中での生育阻害物質の生成
5 ミネラルの過剰 (特定のミネラルを多量に含むたい肥を施用した場合)	1 作物体中のミネラルバランスの変動 2 土壌中での銅・亜鉛の蓄積
6 土壌の物理性悪化 (未熟たい肥・オガクズたい肥を過剰施用した場合)	1 土壌の圧密化 2 保水性の悪化

(3) 堆肥の腐熟度判定法

堆肥の種類、栽培条件、作物に及ぼす実際の障害を考慮して判定法を選択することが重要である。

ア 外観による評価法(原田 1983)

堆肥の色、形状、臭気、水分、堆積中の温度、堆

積期間、切り返し数、強制通気の有無それぞれを点数化して評価する方法である。

色、形状、臭気の評価は水分や人間(判定者)による差が大きいので比較には目あわせを行った方が良い。また、異物の混入も評価することが望ましい。

表5 堆肥の外観評価法(原田, 昭58)

評価視点	評点と点数()内は点数
色	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、黒褐色～黒(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなり崩れている(5)、現状分からない(10)
臭気	糞尿臭気強い(2)、臭気弱い(5)、堆肥臭(10)
水分	強く握ると滴る70%以上(2)、強く握ると手に付く60%以上(5)、強く握っても手に付かない50%程度(10)
堆積中の温度	50度以下(2)、50～60度(10)、60～70度(15)、70度以上(20)
堆積期間	家畜糞のみ : 20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20)
	作物残さ+家畜糞 : 20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(21)
	木質+家畜糞 : 20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(22)
切り返し数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	無し(0)、有り(10)

※評点の合計が、30点未満=未熟、31～81点=中熟、81点以上=完熟

イ 化学・生物的评价法

(ア) 衛生的安全性の判定

家畜ふん堆肥中の大腸菌数を衛生的安全性の指標として評価する方法がある(活用技術, 平15)。

市販クロモカルト培地を2.65g に水100ml の割合で三角フラスコに入れ電子レンジで加熱、混和を固形物が無くなり透明になるまで繰り返し、その後45℃くらいまで放冷しておく。

堆肥現物25g と水500ml をクッキングミキサーで2分間攪拌し上澄みを1ml としシャーレに入れる。

培地を15～20ml 程度シャーレに入れ、先ほどの

上澄み液と良く混和し固まるまで静置する。固化後、培地を5ml 程度シャーレに入れ重層し静置する。固化後シャーレを倒置し37℃で20時間保温後、青色コロニー数を測定する。大腸菌数=青色コロニー数×希釈倍率(通常1)×20個/g

コロニー数が多く測定できない場合は、10倍希釈した上澄み液を1ml 入れて同様に測定する。

青色コロニー(大腸菌)が50個以上(1000cfu/g) 検出された場合は、易分解性有機物の多い有機物(米ぬか等)を加え再発酵することが望ましい。

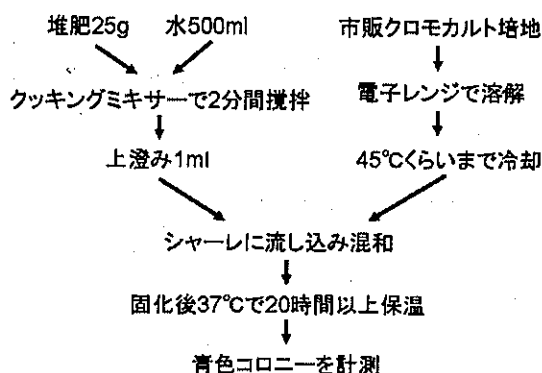


図16 家畜ふん堆肥中大腸菌数の測定法(畜研セ, 平15)

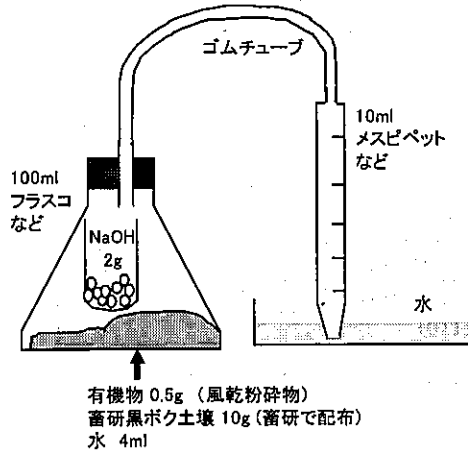
(イ) 易分解性有機物量の判定

前述(4-(1))のとおり、デタージェント分析により酸性デタージェント溶液(AD)可溶有機物250mg/g DM未満の場合は緩効性窒素が無く、無機態窒素から速効性窒素を推定することができる。

また、易分解性有機物の分解に伴う酸素吸収量を測定する方法がある(活用技術. 平17)。

三角フラスコ内で風乾粉碎した有機物0.5gに黒く土壌10gと水4mlを加え混合する。空気が漏れないように下図のように組み立て、21時間30℃保温しメスピペットの吸水量(酸素吸収量)を測定する。

黒ボク土壌は畜産研究センターが配布している。この他に、BOD測定等がある。



[判定]

(有機物の吸水量ml) - (土壌のみの吸水量ml) で判定する。

- ランク A 5ml未満
- ランク B 5~10ml
- ランク C 10ml以上

図17 易分解性有機物量の判定法(畜研セ. 平17)

(ウ) 生育阻害物質の判定法

改良こまつなシャーレ法(原. 平14)を用いるのが良い。

施用量を考慮した抽出倍率(通常20~80倍)で有機物を水で振とう抽出し、ろ過後2Mリン酸緩衝液を用いてECを4.0dSm-1に調整し、濾紙を敷いたシャーレに分注し(対照としてEC4.0dSm-1になるように希釈したリン酸緩衝液を用いる)、こまつなをは種し、2~3日後に根伸張量を測定する。

判定は対照区の根の伸張に対する試験区の根伸張率(試験区根長/対照区根長×100)で行う。

- ランク A 80%以上
- ランク B 50~80%
- ランク C 50%以下

詳細は「家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル(農林水産技術会議事務局2004)」を参照。生育阻害物質の他にアンモニア態窒素も根の伸張に影響を及ぼす。

$$\text{シャーレ試験に供するたい肥抽出液の希釈倍率} = \frac{107\text{-kg当りの土壌水分量}}{\text{湯村案の多肥型作物の施肥基準量の最大値の2倍相当量(乾物換算)}}$$

土壌水分量とたい肥施用量(湯村案)から換算した抽出倍率試算

土壌群	容積重 *2 (g)	液相率 (%)	土壌水分量 (t)	乾燥ふんを想定した場合の希釈倍率		
				牛ふん (28t)*1	豚ふん (1.44t)	鶏ふん (0.9t)
黒ほく土	80	33.4	50	19	35	56
黄色土	107	23.4	35	13	25	39
褐色低土地	138	19.7	30	11	21	33

*1 湯村案の乾燥ふん最大値の2倍量を水分10%として換算した107kg当りの施用量

*2 容積重及び液相率は地方保全基準調査で実施した県内調査結果の平均値

湯村案施用基準(抜粋)

対象野菜	おがくず鶏ふんたい肥	乾燥鶏ふん
少肥型	0.4~1.0 t	0.2~0.3 t
中肥型	0.6~1.5 t	0.3~0.4 t
多肥型	1.0~2.0 t	0.4~0.5 t

0.5 t × 2 倍 × 0.9 (水分補正)

図18 コマツナ発芽試験改良法における施用基準に対応した抽出比率の考え方(原ら. 平14)

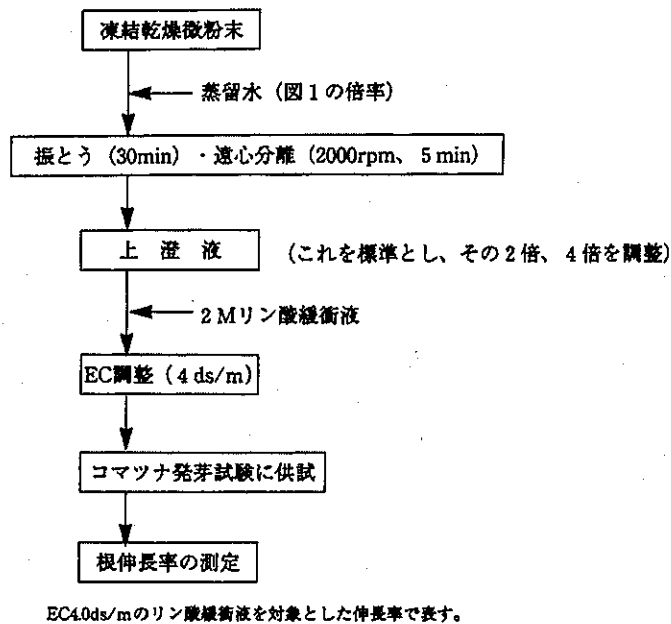


図19 コマツナ発芽試験改良法は操作手順(原ら、平14)

6 家畜ふん堆肥の利用にあたっての留意事項

(1) 野積みの禁止

野積みにして雨水にあてると、カリ成分や無機態窒素が溶脱し、肥料的価値が低減するうえ、河川、地下水汚染の原因となるので野積みは行わない。

やむを得ず野外で保管する場合はシートをかけ雨水にあてないこと。

畜産農家では平成11年から家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律により、野積みによる堆肥化は不適切な処理として禁止されている。

(2) 連用による地力向上

家畜ふん堆肥を施用した年度に無機化しなかった有機物中の窒素は地力窒素となり翌年度以降に徐々に発現すると考えられている。堆肥の連用により土壌に蓄積した遅効的な窒素については、堆肥の分解特性の他に、土壌特性や栽培管理、地温等の環境条件によって異なるため、土壌分析により土壌の可給態窒素として評価する。

7 参考資料

(1) 有機物資材別成分測定例

下表はあくまで成分測定例であり、前述のように家

畜ふん堆肥はそれぞれの堆肥で成分のバラツキ
大きいため成分分析値または堆肥の成分表示値
活用することが大切である。

表6 各有機物資材の成分測定例(畜研セ、平20)

	成分 乾物あたり%			C/N比	窒素無機化率% ¹⁾	左記有機質資材乾物100kgあた 有効成分量 ²⁾		
	窒素	リン酸	加里			窒素	リン酸	加里
肉牛ふん堆肥	1.8	2.2	2.4	24	16	0.3	2.2	2.
乳牛ふん堆肥	1.5	1.3	2.7	27	1	0.0	1.3	2.
乳牛ふん堆肥	1.4	1.6	2.0	28	2	0.0	1.6	2.
乳牛ふん堆肥	2.1	2.5	3.5	16	9	0.2	2.5	3.
豚ふん堆肥	3.1	4.2	2.1	13	21	0.7	4.2	2.
豚ふん堆肥	4.9	6.0	3.0	8	28	1.4	6.0	3.
豚ふん堆肥	2.6	4.7	3.4	15	24	0.6	4.7	3.
鶏ふん堆肥	4.0	7.9	5.6	7	27	1.1	7.9	5.
鶏ふん堆肥	3.0	8.5	5.4	8	23	0.7	8.5	5.
鶏ふん堆肥	3.5	5.4	3.6	9	24	0.8	5.4	3.
鶏ふん堆肥	2.3	4.8	4.3	11	13	0.3	4.8	4.
エノキ廃床堆肥	2.5	4.0	1.6	17	-2	0.0	4.0	1.
汚泥堆肥	6.8	6.9	0.2	6	36	2.4	6.9	0.
パーク堆肥	1.2	0.7	0.1	37	8	0.1	0.7	0.
ぼかし肥料	5.4	3.8	3.3	8	33	1.8	3.8	3.
脱脂米ぬか	3.3	4.0	2.9	14	32	1.1	4.0	2.
なたね粕	7.0	2.0	1.9	7	61	4.3	2.0	1.
大豆粕	8.5	1.6	3.3	5	70	5.9	1.6	3.
市販有機肥料	8.5	3.6	3.2	6	53	4.6	3.6	3.
市販有機肥料	8.4	5.0	4.0	5	59	4.9	5.0	4.
乾燥豚ふん	4.0	3.8	1.6	12	28	1.1	3.8	1.
乾燥鶏ふん	6.9	4.8	2.5	5	65	4.4	4.8	2.
もみがら	0.3	0.0	0.3	133	-111	-0.4	0.0	0.
いなわら	0.9	0.2	2.1	49	-96	-0.8	0.2	2.
乾燥汚泥	8.0	4.5	0.3	6	46	3.6	4.5	0.
ビートパルプ	1.7	0.2	0.4	27	6	0.1	0.2	0.
赤クローバ	2.9	0.6	5.2	15	30	0.9	0.6	5.
おがくず	0.1	0.0	0.1	589	-273	-0.2	0.0	0.
マメ科乾草	2.9	0.6	2.6	15	24	0.7	0.6	2.
乾燥豆腐粕	4.4	0.7	1.2	11	52	2.3	0.7	1.
乾燥ビール粕	3.9	1.1	0.1	13	35	1.4	1.1	0.
乾燥生ゴミ	2.4	0.6	1.5	19	2	0.1	0.6	1.

1) 30℃12週間 2) 窒素は成分量×無機化率、リン酸と加里は成分量とした

表7 堆肥原料と堆肥の成分量(藤原, 平15)

原料	種類	水分	全炭素	全窒素	炭素率	リン酸	カリ	石灰 (カルシウム)	苦土 (マグネシウム)	PH	ナトリウム	
牛ふん	生ふん	80.1	34.6	2.19	15.8	1.78	1.76	1.7	0.83	-	-	
	ふん主体堆肥	66	33.3	2.1	16.5	2.06	2.19	2.31	0.99	8.4	-	
	木質混合堆肥	65.4	38.5	1.66	24.6	1.59	1.7	1.91	0.75	8.3	-	
豚ふん	生ふん	69.4	41.1	3.61	11.4	5.54	1.49	4.11	1.56	-	-	
	ふん主体堆肥	52.7	35.4	2.86	13.2	4.11	2.23	3.96	1.35	8.4	-	
	木質混合堆肥	55.7	36.5	2.11	19.3	3.37	1.84	3.35	1.08	8.4	-	
鶏ふん	採卵鶏乾燥鶏ふん	63.7	48.8	6.18	7.9	5.19	3.1	10.98	1.44	7.6	-	
	ブロイラー乾燥鶏ふん	40.4	31.2	4	7.8	4.45	2.97	1.6	0.77	-	-	
	ふん主体堆肥	38.5	29.3	2.89	12.5	5.13	2.68	11.32	1.36	8.5	-	
馬ふん	木質混合堆肥	52.4	33.8	1.93	19.8	4.09	2.14	9.12	0.96	8.4	-	
	ふん主体堆肥	60.7	28.6	1.4	20.4	1.6	1.6	2.1	0.8	-	-	
	ワラ混合堆肥	28.5	-	1.3	-	1.06	1.91	1.2	-	-	-	
ワラ類	木質混合堆肥	56.8	-	1.37	-	0.46	0.44	3.12	-	-	-	
	稲ワラ	10	38	0.49	77	0.17	1.88	0.51	0.14	-	-	
	オオムギ	10	45.2	1.46	98	0.21	2.18	0.5	0.16	-	-	
モミガラ	コムギ	10	41.2	0.32	129	0.18	1.76	0.36	0.1	-	-	
	稲ワラ堆肥	75	28	1.64	18	0.77	1.76	1.99	0.55	-	-	
	モミガラ	10	34.6	0.36	96	0.16	0.39	0.04	0.04	-	-	
野菜	モミガラ堆肥	55	32	1.1	44	1.2	1	1.5	0.3	-	-	
	キャベツ	85	46.8	3.26	14.3	1.15	4.82	1.73	0.44	-	-	
	コマツナ	89	39.3	3.82	10.3	1.82	9.25	3.41	0.74	-	-	
	ハクサイ	88	41	3.62	11.3	1.8	11	4.7	1	-	-	
	タマネギ	81	49.7	1.21	41.1	0.5	1.09	1.89	0.32	-	-	
	ニンジン	73	48.5	1.55	31.3	0.7	4.16	0.69	0.18	-	-	
	ジャガイモ	79	50.4	1.55	32.5	0.65	2.59	0.05	0.19	-	-	
	ナカネギ	88	48.4	3.33	14.5	1	3.18	1.39	0.46	-	-	
	ダイコン(葉)	91	44.3	2.51	17.6	0.58	5.78	3.4	0.37	-	-	
	かぼちゃ	76	38.6	2.64	14.6	1.21	4.72	7.18	1.98	-	-	
	メロン(茎葉)	83	37.8	2.35	16.1	0.95	4.94	5.44	2.43	-	-	
	スイートコーン	73	47.3	1.43	33.1	0.96	3.19	0.49	0.31	-	-	
	野菜くず(キャベツ)堆肥	-	43.8	2.8	15.6	2.8	7.5	1.7	0.8	-	-	
	オカズ	オカズ	30	47.1	0.06	785	0.02	0.13	1.7	0.03	5.6	-
	パーク	オカズ鶏ふん堆肥	54	35.1	1.53	22.9	4.49	2.69	13.9	1.1	9.2	-
パーク		-	50.9	0.33	154.2	-	-	-	-	6	-	
せん定くす	パーク堆肥	60	40.1	1.21	33.1	0.84	0.72	2.72	0.42	8.3	-	
	せん定くす	14	50.7	0.86	58.9	0.16	0.41	1.54	0.3	5.2	-	
	せん定くす堆肥	73	40.4	2.03	19.9	0.48	0.88	3.34	0.77	7.1	-	
エキクワ廃培地	エキクワ廃培地	66	49.2	2.16	22.8	2.3	3.11	0.43	0.52	-	-	
	乾燥型	12	50.8	4.54	11.2	1.37	1.33	8.26	0.31	5.4	0.57	
	分解型A	12.2	37.8	3.75	10.1	1.8	1.55	14.92	0.4	7.1	0.86	
事業系生ゴミ	分解型B	31	44.1	2.52	17.5	1.15	1.83	6.75	0.36	8.2	0.68	
	ホテル	7.5	46.5	4.6	10.1	1.42	1.05	3.57	0.18	5.2	0.78	
	スーパー	24.6	33.5	4.09	8.2	1.27	2.11	2.69	0.32	6.1	0.83	
オカラ	市場	12.8	34.1	3.31	10.3	1.26	4.62	2.56	0.6	7.5	0.53	
	レストラン	7.7	42.8	3.63	11.8	1.45	1.09	3.95	0.2	5.6	0.8	
	オカラ	79	49.8	4.36	11.4	0.83	1.6	0.31	0.16	-	-	
コーヒーカス	オカラ堆肥	73	44.7	3.63	13.1	2.39	4.04	1.06	0.43	-	-	
	コーヒーカス	66	55.2	2.17	25	0.24	0.44	0.14	0.2	-	-	
	コーヒーカス堆肥	31	49.2	3.63	13	3.84	1.78	0.16	0.34	-	-	
茶カス	緑茶カス	5.01	51	5.02	10.2	0.83	0.8	-	-	5.5	-	
	ウーロン茶カス	8.35	52.1	3.63	14.4	0.45	1.05	-	-	4.8	-	
	紅茶カス	5.86	50	4.54	11	0.65	0.36	-	-	5.5	-	
ビールカス	茶カス堆肥	-	43	2.4	43	3.2	2	-	-	7.9	-	
	乾燥ビールカス	10	51.6	4.3	12	1.4	0.05	-	-	-	-	
	ビールカス堆肥	32	25.6	3.17	8	5.81	0.3	4.05	-	-	-	
焼酎カス	甘藷焼酎カス	93.5	-	0.24	10.3	0.07	0.22	0.04	0.02	4.2	-	
	ムギ焼酎カス	93.8	-	0.39	-	0.09	0.05	0.01	0.02	3.7	-	
	黒糖焼酎カス	95.1	-	0.49	-	0.09	1.06	0.37	0.61	4.2	-	
	焼酎カス牛ふん堆肥	44	32.7	2.37	13.8	2.74	2.62	2.46	0.7	8.9	-	
果汁カス	ミカンジュースカス	85	-	0.15	45	0.03	0.17	-	-	-	-	
米ヌカ	米ヌカ	10	-	2.79	16	5.35	1.82	-	-	-	-	
アオサ	アオサ	84	-	3.1	9	0.5	3.1	-	-	-	-	

水分以外は乾物当たり%

表8 各種有機物の平均成分(甲斐, 昭52)

有機物	チッソ	リンサン	カリ	有機物	チッソ	リンサン	カリ
たい肥(新鮮物)	0.45	0.23	0.48	液状きゅう肥(4~5倍希釈)	0.3	0.1	0.3
きゅう肥(新鮮物)	0.54	0.32	0.58	豚ふん尿(ボロ出し)	1.2	2.0	1.2
促成たい肥(新鮮物)	0.50	0.17	0.47	固液分離ふん	1.0	1.0	0.3
レンゲ(新鮮物)	2.73	0.63	1.88	ケイフン(乾物)	3.5	4.5	3.0
青刈りダイズ(風乾物)	2.50	0.62	2.52	ダイズ粕(新鮮物)	6.67	1.48	2.07
野草(風乾物)	1.19	0.39	1.26	ナタネ粕(新鮮物)	5.09	2.52	1.07
稻わら(風乾物)	0.57	0.23	1.05	棉実粕(新鮮物)	5.68	2.63	1.69
オオムギワラ(風乾物)	0.41	0.13	1.01	米ヌカ(新鮮物)	2.08	3.78	1.40
タバコの茎(風乾物)	1.32	0.63	3.26	醤油粕(乾物)	3.81	0.49	0.49
落葉(新鮮物)	0.95	0.18	0.20	ラワン鋸屑(新鮮物)	0.12	0.02	0.16
モミガラ(新鮮物)	0.62	0.19	0.49	ラワンたい肥(新鮮物)	0.75	0.96	0.89
ワラ灰	-	1.56	4.61	アカマツ鋸屑(新鮮物)	0.16	0.07	0.13
草木灰	-	1.71	5.28	アカマツたい肥(新鮮物)	1.20	1.50	0.63
モミガラ灰	-	0.78	2.85	生骨粉(新鮮物)	4.38	20.06	-
蚕渣(新鮮物)	1.11	0.41	0.53	蒸製骨粉(新鮮物)	4.19	22.17	-
蚕ふん(新鮮物)	1.56	0.38	1.18	酵母(乾物)	7.25	2.45	1.08
牛ふん尿(乾燥たい積物)	0.8	0.8	1.0	汚泥(乾物)	6.40	2.60	0.41

表9 各種有機物の炭素率

成分種類	C (%)	N (%)	C/N	分解の難易	原料100kgのC/Nを30にするのに必要なN量	石灰窒素の必要量
稻わら	45	0.6	75	難	0.9kg	4.3kg
麦稈類	46	0.5	92	難	1.0kg	4.8kg
イネ科植物	45	0.5	90	難	1.0kg	4.8kg
れんげ	46	2.7	17	易	-	-
マメ科植物	50	3.0	17	易	-	-
大豆粕	51	9.0	6	易	-	-
糊がら	40	0.5	80	難	0.8kg	3.8kg
落葉	48	0.9	53	やや易	0.7kg	3.3kg
樹皮	50	0.5	100	非常に難	2.8kg	13.3kg
オガクズ	46	0.2	230	非常に難	7.5kg	35.7kg
牛ふん	41	1.8	23	易	-	-
豚ふん	43	3.9	11	易	-	-
ケイフン	42	4.5	9	易	-	-

(2) 堆肥の施用基準

農林水産省は平成20年3月から7月にかけて「土壌管理のあり方に関する意見交換会」を開催し堆肥の施用基準を定めた報告書を取りまとめた。これらの数値は、堆肥等有機物分析法（(財)日本土壌協会）及び土づくりと土壌改良資材（全国肥料商連合会、全国農業技術員協議会）の標準的な堆肥の成分含有量を用いて算出したものであり、施用する堆肥の成分含有量により変動する等の注意書きが添えられて

いる。また、堆肥の施用量は現物当たりで示されており、堆肥の水分含量により現物当たりに含まれる肥料成分量も変動する。

このことから、施用基準は参考とし各堆肥の成分を把握することが重要である。

堆肥の肥料成分を利用する場合は、含有量が一番多い成分（リン酸またはカリ）から堆肥の施用量を決定することが望ましく、おのずと施用上限も決まる。

表10 たい肥の施用基準（農林水産省、平20）

		(t/10a)			
		黒ボク土		非黒ボク土	
		寒地	暖地	寒地	暖地
水稲	稲わらたい肥	1	1	1	1
	牛ふんたい肥	0.3	0.3	0.3	0.3
	豚ふんたい肥	0.15	0.15	0.15	0.15
	バークたい肥	1	1	1	1
畑作物	稲わらたい肥	2	4	1.5	1.5
	牛ふんたい肥	1.5	2.5	0.5	1
	豚ふんたい肥	1	1.5	0.3	0.5
	バークたい肥	1.5	2	1.5	1.5
野菜	稲わらたい肥	2.5	4	2.5	2.5
	牛ふんたい肥	1.5	2.5	1	1
	豚ふんたい肥	1	1.5	0.5	0.5
	バークたい肥	2.5	2.5	2.5	2.5
果樹	稲わらたい肥	2.5	2.5	2	2
	牛ふんたい肥	1.5	1.5	1	1
	豚ふんたい肥	1	1	0.3	0.3
	バークたい肥	1.5	1.5	1.5	1.5

注1 本数値は、たい肥連用条件下における1年1作の場合のたい肥の施用基準である。
 注2 本数値は、堆肥等有機物分析法（(財)日本土壌協会）及び土づくりと土壌改良資材（全国肥料商連合会、全国農業技術員協議会）の標準的なたい肥の成分含有量を用いて算出したものであり、施用するたい肥の成分含有量により変動する。

表11 たい肥の施用上限値（農林水産省、平20）

	(t/10a)			
	作物			
	水稲	畑作物	野菜	果樹
稲わらたい肥	4.5	9	14	13
牛ふんたい肥	2	3.5	5	5
豚ふんたい肥	1	2	2.5	2.5
バークたい肥	4	8	12	11

注1 本数値は、たい肥連用条件下における1作当たりのたい肥の施用上限値である。
 注2 本数値は、堆肥等有機物分析法（(財)日本土壌協会）及び土づくりと土壌改良資材（全国肥料商連合会、全国農業技術員協議会）の標準的なたい肥の成分含有量を用いて算出したものであり、施用するたい肥の成分含有量により変動する。

表12 たい肥1t当たりの減肥量（農林水産省、平20）

	減肥量(kg/10a)			
	窒素		リン酸	加里
	非連用	連用		
稲わらたい肥	1.0	1.7	2.0	2.9
牛ふんたい肥	2.1	4.3	7.0	4.8
豚ふんたい肥	4.1	8.1	19.4	6.9
バークたい肥	1.1	1.9	3.1	1.8

注1 ここでの減肥量はたい肥の種類別の成分含有量に肥効率を乗じた数値である。
 注2 本減肥量は、たい肥の種類によって異なることから、都道府県ごとに地域で標準的に使用されるたい肥の成分含有量等を踏まえて設定することが望ましい。

(3) バーク(樹皮)堆肥の特徴

バーク堆肥は、木材工業関係から排出された樹皮に鶏ふん、硫酸、尿素などを加えて堆積発酵させ、企業的に生産された堆肥である。窒素、リン酸の含有量から見ると稲わら堆肥と大差ない。しかし、土壤中で分解しにくい難分解性有機物を多く含み、土壤

改良効果に優れている。

バーク堆肥は保水力が強いが、いったん乾燥と吸水しにくくなる。これは木質に共通した性質である。また、土壤の孔げき量の増加により乾燥しやすくなることもある。

表13 バーク堆肥の科学的組成(河田, 昭56)

範囲組成	pH (H ₂ O)	C (%)	N (%)	C/N	CEC (me/100g)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)
最高	8.10	52.7	2.38	62.8	103.0	1.88	0.92	8.00	0.80	0.35
最低	5.40	39.2	0.91	19.0	59.8	0.15	0.26	2.80	0.15	0.01
平均(14点)	7.10	46.7	1.55	30.1	83.0	0.88	0.54	4.70	0.44	0.12

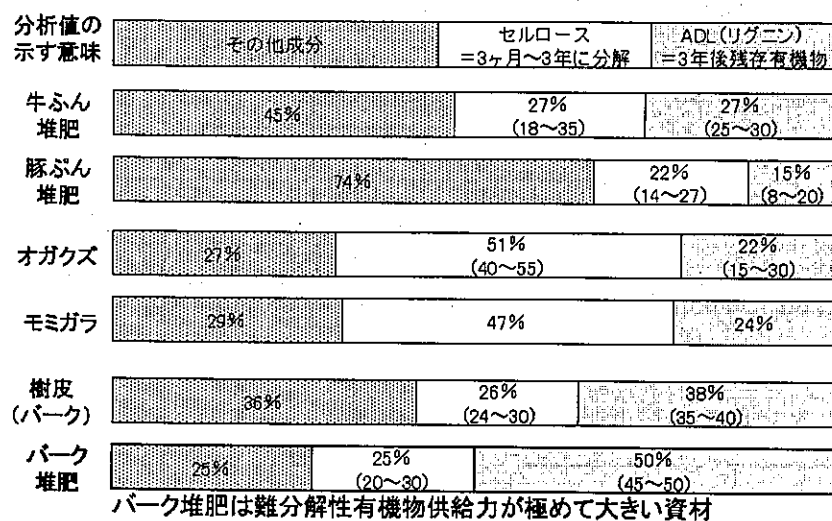


図20 デタージェント分析に基づく有機物の分解性(畜研セ, 平19)