

Ⅲ 有機物の施用法

Ⅲ 有機物の施用法

1 堆肥の品質判定法

1-1 試料採取法

堆積されて保管されている堆肥は、外縁部と内部の水分含有量や内容成分などが著しく異なるので、全体を代表するように試料を採取する必要がある。このような場合は、全体を切り返して混和したものを採取するか、堆積物の断面をつくり全体にわたって5カ所程度から同量を採取して混和し、試料とする。水分含量の測定は、試料の一部をとって重量 (W_1) を測定し、バットなどの上に薄く広げガラス室や通風乾燥機 (40~50℃) で乾燥させる。乾燥させた風乾物の重量 (W_2) を測定し、式1により風乾物の水分含量 (M_1) %を求めておく。

$$\text{(式1)} \quad M_1 = (W_1 - W_2) / W_1$$

十分混合した後、その風乾物の一部をとり重量 (W_3) 測定し、乾燥器 (100~105℃) に入れ4~5時間乾燥した後に重量 (W_4) を測定し、式2により水分含量 (M_2) %を求める。

$$\text{(式2)} \quad M_2 = (W_3 - W_4) / W_3$$

堆肥の水分含量は、式1および式2で求めた数値を用い、式3で求められる。

$$\text{(式3)} \quad \text{堆肥の水分含量 } M (\%) = M_1 + (100 - M_1) \times M_2 / 100$$

1-2 腐熟度の判定法

堆肥として十分に腐熟しているかどうかについて、絶対的な判定法はない。そのため、2~3種類の判定方法を併用し、総合的に判断する必要がある。腐熟度の判定は、堆肥を施用したときに窒素の取り込み（有機化）による窒素飢餓を生じないことや、未分解のフェノール類などの有害物質による障害および病原菌や害虫の被害が生じないことを評価する方法がある。

(1) 現地判定

1) 色

稲わら、麦わら堆肥に適用、汚泥堆肥、バーク堆肥には適用できない。

腐熟 黒褐色

中熟 褐色

未熟 原材料色

2) 臭い

家畜ふんのみ，または家畜ふん主体の堆肥に適用。

腐熟 刺激臭がほとんどなく，特有の堆肥臭を感じる。

中熟 堆積した表層では刺激臭（卵の腐ったような臭い）は少ないが，下層には刺激臭がかなり残っている。

未熟 アンモニア臭や木の香りが残っているもの，さらに強い腐敗臭や刺激臭等があるもの。

3) 手ざわり

稲わら，麦わら堆肥，オガクズ，モミガラ，バーク堆肥に適用（家畜ふんのみ）の堆肥，都市ごみコンポスト，下水汚泥コンポストには適用できない。堆積物を指でもんで粒子のくずれ具合やちぎれ具合を観察する。現物を水洗してから観察してもよい。

腐熟 手の中でもむとくずれる。

中熟 もろくくずれるが，中心部は堆肥化していない。

未熟 原形を保っている。

(2) 生物判定

1) 発芽試験法

バーク堆肥，木質系堆積物，都市ごみコンポストに適用。

・測定方法

- ① 風乾堆肥 5 g をビーカーにとる。
- ② 60℃温水 100 ml を加える。
- ③ 60℃温浴中で 3 時間放置。
- ④ ガーゼを重ねてろ過し，抽出液をえる。
- ⑤ No.6 ろ紙 2 枚を敷いたシャーレに抽出液 10 ml を入れる。
- ⑥ 種子（コマツナ，チンゲンサイなど）25 粒をろ紙上にまく。
- ⑦ 平均 20℃の室温で 3 日間放置する。
- ⑧ 発芽数を数え，発芽率および根長を測定する。

* 蒸留水を用いた空試験により，供試した種子の発芽率を確認しておく。

* 発芽率 90%以上を完熟堆肥とするが，80%以上，根長指数 80 以上あれば発芽阻害物質はほとんどなくなったと考えられる。

2) 幼植物試験法

・器具

500 ml のポット（1/5000a のワグネルポットなど）

コマツナまたはチンゲンサイの種子

用土または育苗培土（肥料成分の少ないもの）

・測定方法

- ① 用土と堆肥を1：1から5：1の割合で混合してポットにつめる。
- ② コマツナまたはチンゲンサイの種子を10～15粒播種する。
- ③ 3週間程度栽培して、発芽率、草丈、葉色、障害の有無を観察する。
- ④ 収穫時に地上部の重さを測定する。

*完熟した堆肥では障害が認められず、堆肥の持つ肥料成分により用土のみの対照区より生育が勝る。

*窒素成分の高い堆肥では、用土と堆肥の混合割合を4：1または5：1程度にする。

(3) 理化学判定

現在、理化学分析だけで堆肥の腐熟度を判定できる万能な方法はない。堆積による有機物の分解過程の成分変化の特徴から、ある程度の腐熟判定が可能となる。

測定項目：pH、EC、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、水洗残さ物の重量、ポリ袋法など

1) pH

・測定方法

- ① 生（未風乾）堆肥10gを振とうびんにとる。
- ② 蒸留水100mlを加え、時々かくはんしながら30分おく。
- ③ pHメーターのガラス電極を液に入れてpHを測定。

*堆肥の適正值はpH6～8程度である。アンモニアの発生が多い場合、pH8～10に上昇するが、堆肥化が進み有機物が分解していく過程で有機酸や硝酸が生成されpH6～7程度になる。

2) EC

家畜ふん堆肥では、ECが初期から増加しながら推移し、堆肥化が進み完熟になると安定する。ECのみでは、腐熟度の判定は難しい。

・測定方法

- ① 生（未風乾）堆きゅう肥10gを振とうびんにとる。
- ② 蒸留水100mlを加え、30分振とうする。
- ③ 電気伝導度計（ECメーター）によりECを測定。

3) アンモニア態窒素

ネスラー法、アンモニアイオン電極法、RQフレックス法など。

4) 硝酸態窒素

ジフェニールアミン法、硝酸イオン電極法、RQフレックス法など。

5) 水洗残さ物の重量測定

稲わら堆肥、麦わら堆肥、オガクズ家畜ふん堆肥に適用。モミガラ混合物には適用できない。

・測定方法

- ① 稲わら堆肥，麦わら堆肥を 500g くらいとり，ハサミでわらの長さを 3cm 程度に切断。
- ② 生の堆肥切断物 50g を 2mm のふるいにとる。
- ③ ふるいの上で，手で軽く堆肥をほぐしながら，水道水により洗淨水に色がつかなくなるまで洗淨する。
- ④ 乾燥重量を測定し，元の堆肥 50g の乾物割合を求める。

熟度	水洗残さの割合	色	手ざわり
腐熟	30～0%	黒色	ぼろぼろ
中熟	60～30%	黒褐色	べとつく
未熟	60%以上	赤褐色	ざらつく

6) ポリ袋法

家畜ふんが分解するときに多量の炭酸ガスを発生するが，堆肥化が進むと炭酸ガスの発生が少なくなることを利用する。家畜ふん尿のみの堆肥に適用。

・測定方法

- ① 約 300g の家畜ふん尿堆肥をポリ袋（20×30cm 程度）に入れる。
 - ② 袋の中の空気を追い出して輪ゴムで袋の中口を密閉する。
 - ③ 約 3～4 日，25～28℃の室内に放置する。
 - ④ ポリ袋のふくらみ状態を観察する。
- *堆肥が未熟なときは，ガスでポリ袋がふくむ。腐熟が進むと，ポリ袋は膨らまなくなる。

表1 各種堆肥に対する腐熟度判定法の適否一覧表

(静岡県 昭和57年)

堆肥		一般堆積			家畜ふんのみ の堆肥			家畜ふん主体の 堆積物			木質資材主体の 堆積物			
		稲 わら 堆肥	麦 わら 堆肥	草 木 質 堆肥	牛 ふ ん 堆肥	豚 ふ ん 堆肥	鶏 ふ ん 堆肥	牛 ふ ん 堆肥	豚 ふ ん 堆肥	鶏 ふ ん 堆肥	バ ー ク 堆肥	製 紙 ス ラ ッ ジ 堆肥	オ ガ ク ズ 堆肥	ブ レ ナ ク ズ 堆肥
腐熟度判定法	現地における判定法													
	色別法	○	○	・	・	・	・	○	○	・	×	×	○	△
	臭いによる方法	・	・	・	○	○	○	○	○	○	△	・	○	・
	手ざわりによる方法	○	○	○	・	・	・	○	○	○	○	×	○	○
品温測定法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
理化学分析による判定法	pH測定法	・	・	・	○	○	・	・	・	・	(×)	・	・	・
	EC測定法	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	ネスラー法	○	・	・	×	×	×	○	○	△	○	△	○	△
	ジフェニールアミン法	○	・	・	・	・	・	・	・	・	○	○	○	△
	水洗残さ物重量測定法	◎	◎	△	△	△	×	○	○	○	○	×	○	×
	水洗残さぶつコンゴレッド染色法	○	○	△	△	△	×	△	△	△	×	△	○	△
	ポリ袋法	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
生物判定法	発芽試験法	・	・	・	・	・	・	○	○	○	○	○	○	○
	幼植物試験法	○	○	○	○	・ (○)	・ (○)	○	○	○	○	○ (×)	○	○
	花粉管生長テスト(培地法)	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	△	○	○	○	

注) ◎…適用可能な最良な方法, ×…適用不能, ○…適用可能,
 (○)…一部堆肥について適用可能, ・…判定が難しく他の方法も行う必要あり
 (×)…一部堆肥について適用不能, △…適用可能と考えられるデータ不足

2 堆肥の施用法

農林水産省は、地力の増進を図るための基本指針として、「地力増進基本指針」（平成 20 年 10 月）を改正し公表した。また、堆肥等の有機性資源の循環利用を促進すると同時に環境保全型農業の取組の拡大を図るため、水稻・畑作物・野菜・果樹における堆肥の施用基準と堆肥などの有機物を施用した場合の減肥マニュアルを公表した（「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書，平成 20 年 7 月）。本マニュアルではこれらを基本として、本県の実態に即した改変を行い、茨城県における堆肥の施用基準を策定した。

2-1 堆肥の施用基準

(1) 基本的な考え方（堆肥の施用基準の設定の必要性）

土壌有機物は、土壌の物理的・化学的・生物的性質を良好に保ち、農地の生産力を向上させ、また気象災害時等における安定的な農作物の生産にも効果がある。一方で、土壌有機物は徐々に消耗していくものであるため、年々の営農においてこれを堆肥等の施用により補給していくことが必要である。また堆肥施用は、生産性の向上効果に加え、有機性資源の循環や土壌への炭素貯留による地球温暖化の防止、または生物多様性の保全など土壌の環境保全機能の発揮にも重要な役割を果たしている。このように、堆肥施用による土づくりを推進していくことが重要である一方、近年流通している堆肥のほとんどが家畜ふんを原料としたものであり、従来の一般的な堆肥（稲わら堆肥など）と比べて肥料成分の含量が多いという実態がある。そこで、土づくりと適正施肥を総合的に評価した堆肥の施用基準が必要である。

(2) 堆肥の施用基準の設定の考え方

堆肥の施用基準について、下限値は「地力の維持・増進の観点（A）」及び「有機性資源の循環利用の促進の観点（B）」を踏まえて、より大きな数値（A及びBの両方を満たす数値）に設定する。上限値（C）は堆肥中の有効成分が各作物の施肥基準を超過することがないような水準とする。なお、算出された下限値が上限値を上回る場合、施用する堆肥の種類をより肥料成分の少ないものに変更するか、堆肥に代えて緑肥作物を利用するなどし、土壌有機物の減少が生じないように適切な管理を行う。具体的な計算方法は 2-2. ～ 2-4. の項に示す。

(3) 堆肥の施用基準の条件

- ・堆肥の施用基準値は、1年1作当たりの施用量として設定する。
- ・堆肥の種類は、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥、及び稲わら堆肥、バーク堆肥の5種類とする。
- ・作物は、「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書に土壌の炭素収支のデータが示されている水稻、畑作物（野菜を除く）、野菜及び果樹の4区分とする。

(4) 堆肥の施用基準

本基準については、土壌中の有機物の分解率、栽培する作物や栽培体系、利用する堆

肥の種類等により変動するものである。地域の実態を踏まえ、堆肥施用を基本とする適切な土壌管理の推進を図る。

作物	種類	土壌の種類	
		黒ボク土	非黒ボク土
水稲	牛ふん堆肥	0.3	0.3
	豚ふん堆肥	0.15	0.15
	鶏ふん堆肥	0.15	0.15
	稲わら堆肥	1.0	1.0
	バーク堆肥	1.0	1.0
畑作物	牛ふん堆肥	1.5	0.6
	豚ふん堆肥	1.0	0.5
	鶏ふん堆肥	1.0	0.5
	稲わら堆肥	4.0	1.5
	バーク堆肥	2.0	1.5
野菜	牛ふん堆肥	1.5	1.5
	豚ふん堆肥	1.0	0.5
	鶏ふん堆肥	1.0	0.5
	稲わら堆肥	4.0	2.5
	バーク堆肥	2.5	2.5
果樹	牛ふん堆肥	1.0	1.0
	豚ふん堆肥	0.7	0.3
	鶏ふん堆肥	0.7	0.3
	稲わら堆肥	2.5	2.0
	バーク堆肥	1.5	1.5

注1 本数値は、堆肥連用条件下における1年1作の場合の堆肥の施用基準である。

注2 本数値は、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。

2-2 堆肥の施用下限値の設定

(1) 基本的な考え方

1) 地力の維持・増進の観点

土壌有機物は、土壌微生物の作用等により分解し、一般的に農耕地土壌では堆肥等有機物の適切な施用が行われない限り減少する。これを踏まえ、地力の維持・増進といった観点から、堆肥の施用基準は、毎年減少する土壌有機物を補給し、土壌有機物含有量の低下を防止するとともに必要な有機物含有量にまで増加させることが可能な水準として設定する。

2) 有機性資源の循環利用の促進の観点

我が国は、食飼料の輸入等を通じた肥料成分の輸入が輸出を大きく超過するアンバランスな構造となっており、有機物に由来する大量の肥料成分が農地土壌を含む環境に排出されている。このため、堆肥の施用等により有機性資源に含まれる肥料成

分の循環利用を促進することが重要な課題である。このような観点から、堆肥の施用基準は、基肥の窒素量の一定割合以上を堆肥から供給することを基本とする。

(2) 堆肥の施用下限値の具体的な設定の方法

1) 地力の維持・増進の観点

土壤環境基礎調査（基準点調査）等から、堆肥を施用しない場合の年間の土壤炭素（有機物）の減少量を設定し、この土壤炭素減少量を補うために必要な堆肥の量を算出する。

○堆肥施用量の下限値A < 1年当たり >

$$A(\text{kg}/10\text{a}) = \frac{\text{年間の土壤炭素の減少量}(\text{kg-C}/10\text{a})}{\text{堆肥の炭素含有率}(\%) / 100}$$

表1 年間の土壤炭素の減少量

作物	土壤の炭素収支(kgC/10a)	
	黒ボク土	非黒ボク土
水稲	33	33
畑作物	290	120
野菜	290	120
果樹	176	52

土壤の炭素収支は、「土壤管理のあり方に関する意見交換会」報告書の値

表2 茨城県内の主な堆肥の炭素・窒素含有率

種類	炭素含有率 窒素含有率	
	現物(%)	
牛ふん堆肥	18.9	1.01
豚ふん堆肥	29.6	2.23
鶏ふん堆肥	21.9	2.27
稲わら堆肥	7.1	0.42
バーク堆肥	15.8	0.48

各家畜ふん堆肥は、たい肥ナビ (Ver. 2.13) の農家情報データの平均値。稲わら堆肥及びバーク堆肥は、「土壤管理のあり方に関する意見交換会」報告書の値

2) 有機性資源の循環利用の促進の観点

施肥基準における基肥窒素量の3割以上を堆肥中の有効窒素（堆肥中の全窒素量×窒素肥効率）で代替するために必要な堆肥の量を算出する。なお、堆肥による基肥窒素の代替率の上限は5割とする。

○堆肥施用量の下限値B < 1作当たり >

$$B(\text{kg}/10\text{a}) = \frac{\text{基肥窒素量}(\text{kg-N}/10\text{a}) \times (0.3\sim 0.5)}{\text{堆肥の窒素肥効率}(\%) / 100 \times \text{堆肥の窒素含有率}(\%) / 100}$$

表3 各堆肥の窒素肥効率

種類	窒素
牛ふん堆肥	30%
豚ふん堆肥	50%
鶏ふん堆肥	70%
稲わら堆肥	40%
バーク堆肥	40%

各家畜ふん堆肥は、「たい肥ナビ (Ver. 2.13)」の値。稲わら堆肥及びバーク堆肥は、「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書の値

3) 堆肥の施用基準の設定

A及びBのうち、より大きな数値（A及びBの両方を満たす数値）を1年1作の場合の堆肥の施用基準とする。本施用基準が、後述の「堆肥の施用量に係る上限値の設定について」に基づき設定される堆肥の施用上限値を上回る場合は、施用する堆肥をより窒素成分の少ないものに変更するか、又は堆肥に代えてC/N比の大きな地力増進作物（緑肥）を利用するなどし、土壌有機物の減少が生じないように適切な有機物施用を行う。

4) 1年に2作以上の作付けを行う場合の堆肥の施用基準

1年に2作以上の作付けを行う場合は、「地力の維持・増進の観点から必要とされる堆肥の施用量の下限値A」と「作付け作物ごとに算出される有機性資源の循環利用促進の観点からの望ましい堆肥の施用量の下限値Bの合計値」のうち、より大きな数値を1年当たりの堆肥の施用基準とする。

2-3 堆肥の施用上限値の設定

(1) 基本的な考え方

不適切な堆肥施用は、土壌中の養分の過剰や不均衡、地下水等水質への負荷を拡大することがある。このような堆肥の過度な施用を抑制するために、堆肥の施用上限値を設定する。具体的には、堆肥中の有効肥料成分が施肥基準を超過しない水準とする。

(2) 堆肥の施用上限値の具体的な設定の方法

施用量の上限値は、堆肥中の各有効成分（窒素・リン酸・加里）で各作物の施肥基準における各施肥量を代替する場合に、いずれかの成分が施肥基準量に達した値を堆肥施用量として算出する。

各有効成分（窒素・リン酸・加里）で基準施肥量を代替するための堆肥施用量（暫定）

$$\text{暫定堆肥施用量 (kg/10a)} = \frac{\text{施肥基準分量 (kg-成分/10a)}}{\text{堆肥の各成分肥効率(\%) / 100} \times \text{堆肥の各成分含有率(\%) / 100}$$

表4 各堆肥中成分の肥効率および代替率

項目	種類	窒素	リン酸	加里
肥効率	牛ふん堆肥	30%	80%	90%
	豚ふん堆肥	50%	80%	90%
	鶏ふん堆肥	70%	80%	90%
	稲わら堆肥	40%	80%	90%
	バーク堆肥	40%	80%	90%
代替率の 上限	各堆肥	基肥の50%	施肥全量 (100%)	施肥全量 (100%)

各家畜ふん堆肥は、「たい肥ナビ (Ver. 2.13)」の値。稲わら堆肥及びバーク堆肥は、「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書の値

○堆肥施用量の上限値C (kg/10a)

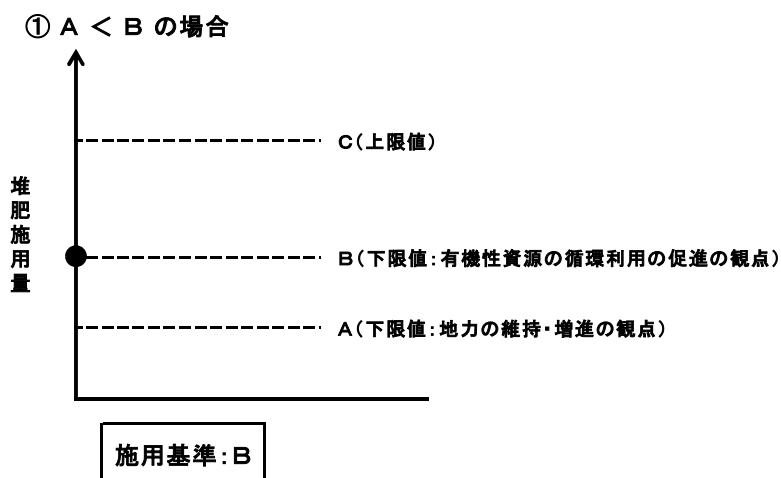
=算出した各有効成分別の暫定堆肥施用量のうち、最も低い値とする

(3) 上限値の留意点

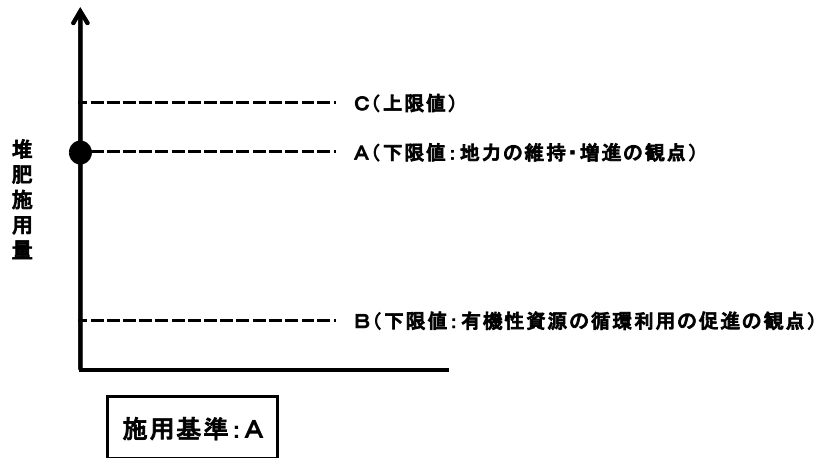
本施用上限値については、下記の点に留意する。

- ・これ以下の施用量であれば環境負荷の増加を引き起こさないという水準ではないこと
- ・標準的な施用量の上限として、本上限値までの堆肥の施用を奨励するものでないこと
- ・規制的に適用される水準ではなく、過度な堆肥の施用を行う農家に対する指導の目安を示すものであること
- ・堆肥中有効成分の分析値がある場合、それを優先する

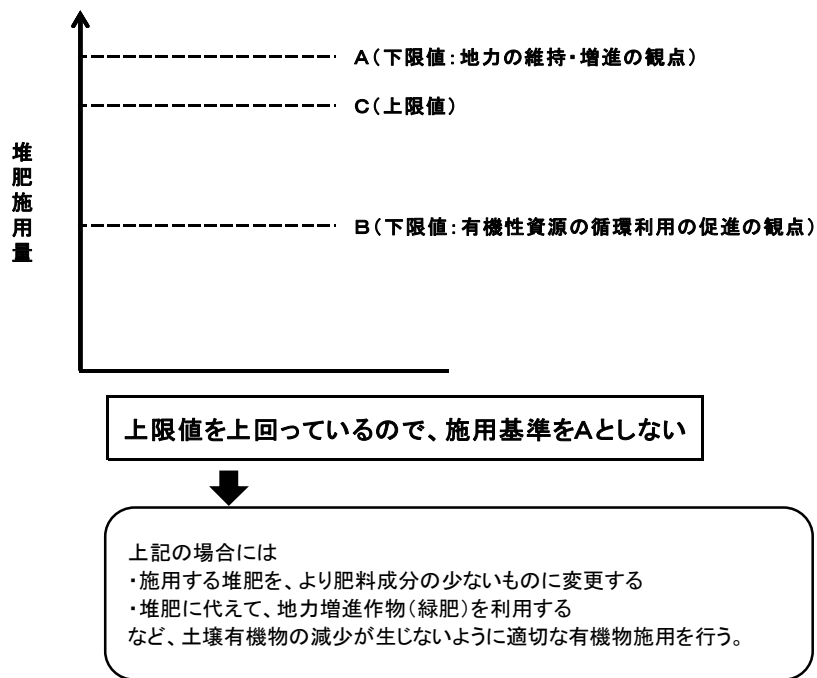
2-4 堆肥の施用基準の考え方 (下限値と上限値の関係)



② $B < A < \text{上限値}C$ の場合



(注) $B < \text{上限値}C < A$ の場合



2-5 堆肥等有機物を施用した場合の減肥

(1) 堆肥の積極的な施用

土づくりを推進する観点から積極的に堆肥を施用することとし、「堆肥の施用基準」に基づき、堆肥の施用量を決定する。

(2) 堆肥を施用した場合の施肥量の算出

堆肥等有機物を施用した場合の減肥の対象となる肥料成分は、窒素・リン酸・加里の3要素とする。堆肥に含まれる3要素の有効成分のバランスは、各作物の施肥基準に

示されるものと異なる場合が多い。このため、窒素など一つの要素のみを指標として堆肥の施用量を決めると、他の要素が過剰になる場合がある。堆肥の施用量は窒素・リン酸・加里のいずれかの有効成分が施肥基準を超えない範囲とし、施肥基準量から堆肥中の各有効成分量を減肥する。堆肥を施用した場合の窒素・リン酸・加里の施肥量は、表4の「各堆肥中成分の肥効率および代替率」を参考にそれぞれ算出する。なお、堆肥中の有効成分の分析値がある場合、それを優先する。

$$\text{○堆肥施用した場合の施肥量(kg/10a)} = \text{各成分の施肥基準量(kg/10a)} - [\text{堆肥施用量(kg/10a)} \times \text{各成分含量(\%)} / 100 \times \text{各成分の肥効率(\%)} / 100]$$

3 堆肥の肥料効果

3-1 水田

堆肥の施用は水田の地力維持、増強を目的とするもので、施用法は土壌の性質、排水の良否、水温および稲の栽培法によって異なるが、一般には堆肥の施用効果の高いのは排水の良好な透水性のよい乾田で、土壌型は灰色土壌や灰褐色土壌に属するものである。逆に、施用効果の小さいものは、排水が不良で易分解性有機物の集積しやすいような湿田または半湿田で、土壌型としては泥炭、黒泥、グライ土壌に属しているものである。堆肥の腐熟度と施用法については、乾田では堆肥の分解も比較的容易なため中熟程度のものでよいが、湿田または半湿田では未熟なものを施用すると土壌の強還元を助長し、水稻根系の障害が発生しやすいので完熟のものを施用するように心掛ける。また、同一土壌であっても山間高冷地帯では平坦部の温暖なところよりも熟度の進んだものを施用する。施用する堆肥はあらかじめ全窒素率と C/N 比を調べておく。なお、施肥設計に当たっては「たい肥ナビ!水稲版」(畜産センター)が活用できる。おもな堆肥の種類として、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥(乾燥豚ふんを含む)、鶏ふん堆肥(乾燥鶏ふんを含む)がある。これらの施用に際しての要点を以下に示す。

(1) 牛ふん堆肥の施用法

牛ふん堆肥の特徴は、他の堆肥と比較してカリ含量が高いことである。また全窒素率が低く、C/N 比が高いため、連年施用による土づくりとしての利用が適している。なお、全窒素率が 1%程度で C/N 比が 20 前後のものが望ましい。施用量は、湿田では現物で 10a 当たり 500kg 未満、半湿田では 500~1000kg 未満、乾田では 1000kg までが望ましい。ただし地力窒素の高い水田では施用量を少なくする。また、連年施用によって堆肥中の窒素は施用当年だけでなく 2 年目、3 年目以降にも水稻に吸収利用され、連用効果が持続する。牛ふん堆肥中の全窒素成分量のうち、施肥窒素として見込める比率(肥効率)は、初年度が 14%、2 年目が 21%、3 年目が 25%で、6 年目以降は 30%となる。施用量にこの割合を掛けた分の減肥が可能である。施用時期においては、土壌の異常還元や窒素飢餓を防ぐために秋に行う。やむを得ず春先に施用する場合には、乾いた乾田に施用する。この場合遅くとも水稻移植 1 ヶ月前までには施用し、耕起を行う。(平成 20 年度主要成果)

(2) 豚ふん堆肥の施用法

豚ふん堆肥の特徴は、比較的リン酸含量が高いことである。また、全窒素率が高く C/N 比が低いため施用後速やかに分解され、肥料効果の高い資材である。施用量に関しては、種類によって 2000kg/10a 以上施用すると還元障害により生育を阻害する可能性があるため、施用量は 1000kg/10a 程度を上限とするのがよい。施用初年目の施肥窒素として見込める比率(肥効率)は、約 21%で 2 年目以降の肥効率は 27%程度である。牛ふ

ん堆肥と同様に、堆肥施用量にこの割合を掛けた分の減肥が可能である。施用時期においては、施用後速やかに分解し肥効を発現するので、移植1ヶ月前に散布し耕起するのが望ましい。施用が早すぎると肥料成分の流亡・脱窒が起き、遅すぎると堆肥の分解による還元障害を引き起こす可能性がある。(平成20,23年度主要成果)

(3) 鶏ふん堆肥の施用法

鶏ふん堆肥の特徴は、比較的リン酸、窒素含量が高いことである。そのため全窒素率が高くC/N比が低いため施用後速やかに分解され、肥料効果の高い資材である。施用量に関しては、全窒素率が高い堆肥(副資材のない鶏ふん堆肥等)を多量に施用すると、食味関連成分である玄米のタンパク質含量が高まりやすい。鶏ふん堆肥の窒素肥効率は、全窒素率(現物)3.7%以上が約60%、全窒素率(現物)2.4%が約30%である。施用量を決める際は、堆肥の全窒素率をあらかじめ調べ、それに基づいた施肥設計・減肥をする必要がある。また堆肥の窒素成分は微生物により分解され、保管中にも減少するため施用前1ヶ月以内に成分量を測定するのが望ましい。施用時期においては、施用時期が早い(移植までの期間が長い)と窒素利用率が低下する。基肥として施用する場合、茎数の確保がしやすく窒素肥効率が高くなる施用時期は移植2~3週間前である。移植1週間前の施用では初期茎数が少なくなる可能性がある。(平成20,24年度主要成果)

(注)

窒素利用率、堆肥の窒素肥効率の算出方法

$$\text{窒素利用率(\%)} = \frac{\text{窒素施用区の窒素吸収量} - \text{無窒素区の窒素吸収量}}{\text{投入窒素量(堆肥由来窒素量または施肥窒素量)}} \times 100$$

$$\text{堆肥の窒素肥効率(\%)} = \frac{\text{堆肥の窒素利用率}}{\text{化学肥料の窒素利用率}} \times 100$$

3-2 畑

畑地での堆肥施用による地力増強と土壌有機物の富化は、累積的な効果として現れるもので、そのためには長期連続施用が望ましい。畑地は水田に比較して有機物の分解が急速である。気温の高い時期に施用する堆肥は中熟程度のもので良いが、気温の低い時期には熟度の進んだものを施用する。また、夏季乾燥時の施用は、かん水設備のない場合は避け、やむを得ない場合でも少量の施用とする。堆肥の施用法は作物の栽培様式によっても異なるが、施用量の多少にかかわらず全面施用とする。乾燥ふんについては発酵過程がないかまたは不十分であるため、施用後の土壌中での発酵分解によって作物に障害を与えるおそれがある。そのため、施用後に土壌中での分解が進行してから、すなわち施用後20~30日以上経過した後に、播種、定植を行うことが安全である。畑作物栽培において、主な施用場面における要点を以下に示す。

(1) 露地栽培

1) 果菜類

一般に果菜類は水分の多い果実を商品化するもので、堆肥はやや多量に施用して根の活力を最後まで保ち、終始健全な草勢を維持させる必要がある。一方、家畜ふん堆肥、特に豚ふんや鶏ふん堆肥を多量施用すると、生育障害が発生するおそれがある。また、前作に施用した堆肥の残効の影響を受けるおそれがあるので、注意が必要である。

2) 葉菜類

葉菜類は一般に生育期間が短く、したがって短期間に多量の肥料を必要とする作物で、土壌条件や微量要素に敏感なものが多い。このようなことから、堆肥はなるべく熟度の進んだものを施用する。施用法は作物の種類、栽培用式等によって異なるが、多量となる場合は全面全層施用する。腐熟の進んでいない堆肥や豚ふん、鶏ふんを使用する場合、播種、定植の20～30日前に施用することが安全である。

3) 根菜類

地下部を商品化する作物なので、土壌の物理性を改善する必要がある。したがって、堆肥等有機物の施用が望ましい。ダイコンやカブを栽培する場合、未熟なものを種子直下に施用すると岐根が多くなり品質を低下させるので、熟度の進んだものを株間に施用する。また、ニンジン等では当作に施用すると着色不良の一因となる場合もあるので、当作への施用は控え、前作に十分量の有機物を投入しておくようにする。

(2) ハウス栽培

ハウス栽培は連作となる場合が多いので、露地栽培以上に土壌管理を行う必要がある。土壌管理の基本は養水分の極端な過不足をなくし、土壌の肥沃度を高め、かん水で草勢を調節することである。そのため、通気性、透水性の良い土壌条件を保つ必要がある。このような土壌を作るためには、堆肥等有機物の施用が必要不可欠であるが、これには中熟程度以上の有機物の施用が妥当である。家畜ふん堆肥、特に豚ふんや鶏ふん堆肥を多量施用すると、メロン等はつるぼけし易いため、資材の肥料効果を考慮して施肥設計を行う必要がある。例えば半促成メロンでは、窒素成分の70%を豚ふん堆肥で代替施用しても、化学肥料と同等の果実品質が確保でき、土壌中の塩基バランスの維持が図られる(平成22年度主要成果)。また、ハウスのように閉鎖的な条件下での有機物の多量施用は、急激な分解によりガス障害の発生するおそれがあるので、施用量は基準量程度にとどめる。施用法は原則として全面散布し、ロータリーなどを用いて作土とよく混和する。施用時期は前項に準ずる。

(3) 果樹園

果樹園における有機物の施用は、根域全体の土壌改良を目的とした場合と毎年分解消

失する有機物の補給を目的とした場合とがある。堆肥の施用は主に後者に属する。年間消費分の有機物の補給のため、堆肥は毎年施用する必要がある。なお、豚ふん堆肥または鶏ふん堆肥を施用する場合はそれらに肥料成分が多く含有しているため、前記の堆肥の基準施用量に準ずるか、算出式を利用して施用量を算出する。例えば、ナシ栽培においては基肥窒素を豚ふん堆肥で代替する施肥法によって、収量を慣行（県基準の窒素施肥量に加えて堆肥を2 t/10a 施用）と同等に維持でき、肥料コストを大幅に低減できる（平成23年度主要成果）。有機物施用は果樹の休眠期に行い、果樹園全体に散布し、軽くロータリー等をかけて作土とよく混和する。

（4）工芸作物の施肥

1) コンニャク

熟度の進んだものは植付け直前に施用してもよいが、未熟なものを用いる場合には前年秋に鋤き込み、腐熟させる必要がある。また、鶏ふん等の多量施用（10a 当たり500kg 以上）は根腐れ、腐敗病の発生を多くする場合があるので注意を要する。

2) 茶園

茶樹は年間を通して徐々に養分を吸収するので、施肥回数も多くなり、それに伴う肥料成分等の溶脱も少なくない。堆肥等有機物の施用によって土壌物理性の改善を図り、養分の保持力を増大させて養分の流出防止に役立てることが望ましい。堆肥等有機物の施用時期は8月下旬とし、冬季に入る前に樹勢強化をねらいとして深耕を行った後、枝下に15～20cmの施肥溝を掘り、肥料とともに施し覆土する。家畜ふんについても堆肥等有機物に準じて施用すればよいと思われる。なお、茶樹新植の際は、堆肥等有機物を5 t/10a 程度施用することが望ましい。

3-2-1 畑作物における堆肥の速効性肥料成分の利用法

近年においては家畜ふんを主原料とした堆肥が多く、その堆肥には肥料成分が豊富に含まれている場合が多い。そのため、堆肥に含まれる肥料成分を把握し、施肥に反映させることで、適切な土壌養分の管理や肥料費の節減を行うことができる。畑条件において、堆肥に含まれる速効性の肥料成分は「堆肥の腐熟度判定」と「2%クエン酸溶液に可溶性無機態窒素、リン酸およびカリウム」によって評価でき(平成22年度、平成25年度主要成果)、それらによって基肥を化学肥料と代替できる。この評価法について、分析の手順を下記に示す。

(1) 堆肥の採取

堆積物表面の乾いた部分や大きな固まりになった部分、粗大有機物は除き、3～5か所から採取する。

(2) 堆肥の調整

分析にあたっては、堆肥の固まりを指で押しつぶす、あるいは乳鉢等で粉碎する等した後、2mmのふるいを通しておく。

(3) 堆肥の腐熟度判定

1) 準備する器具

- a) シャーレ
- b) ピペット
- c) 三角フラスコ
- d) ろ紙 No. 5

2) 判定方法

a) 抽出

堆肥(現物の場合：10g、乾物の場合：5g)を振とうビンに入れ、蒸留水(100 ml)を加えて30分間振とうする。振とう後、抽出液をろ紙(No. 5)を用いてろ過する。

b) 操作

シャーレに、ろ紙を2枚敷き、ろ液10 mlを加える。その後、ろ紙上にコマツナ種子30～50粒程度を播く。同様に、シャーレにろ紙を2枚敷き、蒸留水を10 ml加えてコマツナ種子を播いて、対照区も作成する。

c) 判定

発芽の状態を、以下の基準で選別する

- ① 種に変化なし
- ② 根を確認
- ③ 根または芽を確認
- ④ 根および芽を確認

⑤ 根，芽および細根を確認

④または⑤の状態の種子数を数え，播いた種子数に対する発芽種子数の割合(%)を算出する。ろ液の発芽割合を，蒸留水のみを加えた発芽割合で除して，対照区に対する発芽率として算出する。発芽率 80%以上の堆肥は，速効性の窒素肥効が期待できるが，80%未満の堆肥は速効性の窒素肥効が期待できない。そのため，このような堆肥については速効性の窒素肥効を評価しない。

(4) 堆肥の速効性肥料成分の測定

1) 準備する器具

- a) 振とうビン
- b) ろ紙 No. 5
- c) ピペット
- d) メスフラスコ(50 ml)またはメートル試験管(25 ml)
- e) ビーカー

2) 試薬

- a) 2%クエン酸溶液
クエン酸一水和物 21.9g を水に溶かして 1ℓ とする。

3) 分析方法

a) 抽出

堆肥(現物または乾物)0.5~2.0g を量り取り振とうビンに入れ，2%クエン酸溶液(100 ml)を加え，30分間振とうする。振とう後，抽出液をろ紙(No. 5)にてろ過する。

b) 希釈

適宜希釈して分析に供試する。希釈倍率は堆肥の供試量および分析方法によって変化するので下記を目安とする。

【希釈の目安】

- ①硝酸態窒素 1~25 倍
- ②アンモニア態窒素 20 倍
- ③リン酸 カリウムの希釈倍率のさらに 10 倍
- ④カリウム 50×堆肥の供試量 (g)

c) 操作法

- ①硝酸態窒素 硝酸態窒素の分析の項を参照
- ②アンモニア態窒素 RQ フレックスシステムまたはパックテスト(株)共立理化学研究所)による簡易測定が可能である。分析方法は硝酸態窒素または COD 簡易測定法の項を参照する。
- ③リン酸 分光光度法の項を参照。RQ フレックス，パックテスト，

簡易土壌診断キット(富士平工業社製みどりくん)による簡易測定が可能である。

④カリウム 原子吸光法の項を参照。RQ フレックス, 簡易土壌診断キットによる簡易測定が可能である。

d) 注意点

アンモニア態窒素を比色法(パックテストまたは RQ フレックス)で測定する場合, 20 倍以上の希釈が必要である。

4) 計算法

a) 各成分について, 堆肥 1 t 当たりの成分含量を求める場合

堆肥 1 t 当たりの kg (A) = 分析値 (ppm) × 希釈倍率 / 堆肥の供試量 (g)

b) 簡易分析法の分析値で, 堆肥 1 t 当たりの成分含量を求める場合 (補正方法)

堆肥 1 t 当たりの kg (換算値) = 上記 (A) × 各分析方法の換算係数 (表)

表 各簡易分析方法の換算係数と分析費用

成分	項目	分析方法	換算係数	分析費用 (円/点)	備考
無機態窒素	硝酸態窒素	RQフレックス	1.00	130	分析にはRQフレックス本体が必要
		パックテスト	0.40	80	
		みどりくん	0.85	150	
	アンモニア態窒素	RQフレックス	0.75	240	分析にはRQフレックス本体が必要
		パックテスト	0.90	80	
		パックテスト(排水用)	0.40	80	
リン酸		RQフレックス	1.75	153	分析にはRQフレックス本体が必要
		パックテスト	1.10	80	
		みどりくん	0.40	135	
カリウム		RQフレックスプラス	0.80	213	分析にはRQフレックスプラス本体が必要
		みどりくん	0.70	135	

c) 乾物状態で分析に供試した堆肥を現物あたりの成分値に換算する方法

現物の各成分含量 kg = 上記 (A) または (B) × (堆肥乾物重 / 堆肥現物重)