

第4章

適正施用のポイントと施用技術

4-1 堆肥の施用基準と施肥設計の考え方

家畜ふん堆肥の施用効果は、大きく分けて「有機物」としての効果と「肥料成分」としての効果がある。土壌の養分状態を適正に保ちながら作物の生産性を向上させるためには、これらの効果を上手く活用する施用技術が不可欠である。ここでは、持続的な農業生産を可能にするための土壌管理として、特に家畜ふん堆肥に含まれる肥料成分を考慮した施肥設計手法について解説する。

1 家畜ふん堆肥の適正施用量

牛ふん堆肥は主に「有機物の補給」、豚ふん堆肥及び鶏ふんは主に「肥料成分の供給」を目的に施用する。施用量の目安を表4-1に示した。施用量の目安は、これを守っていれば土壌の養分状態が悪化しないことを保証する基準ではなく、適宜土壌診断によって養分状態を点検し、堆肥の特性（表4-2）に注意しながら施用する。

表4-1 家畜ふん堆肥施用量の目安(t/10a)

	牛ふん堆肥 (有機物の補給)	豚ふん堆肥・鶏ふん (肥料成分の供給)
水稲	0.5~2	0.1~0.5
普通作	1~2	0.1~0.5
野菜・花き	1~3	0.1~1
果樹	0.5~2	-
飼料作	3~4	0.5~3
茶	1~2	0.3~1

表4-2 堆肥原料の特性(藤原、2003)

資材名	原料の特性					施用効果	
	水分	炭素	窒素	リン酸	カリ	肥料効果	土壌改良
家畜ふん	◎	○	○	○	◎	○	○
牛ふん	◎	△	◎	◎	◎	◎	△
豚ふん	○	△	◎	◎	◎	◎	△
鶏ふん	○	◎	○	○	◎	○	◎
馬ふん	×	◎	△	△	◎	△	◎
植	×	◎	×	×	×	×	◎
物	×	◎	×	×	×	×	◎
質	◎	◎	○	△	◎	○	○
オガクズ・木クズ	×	◎	×	×	×	×	◎
木	△	◎	×	×	×	×	◎
質	△	◎	×	×	△	△	◎
せん定クズ	○	◎	△	△	○	△	◎
キノコ廃培地	○	◎	△	△	○	△	◎

注)◎:多い ○:やや多い △:やや少ない ×:少ない

2 堆肥の肥料分量を考慮した施肥設計

(1) 考え方

家畜ふん堆肥を施用すると有機物の補給と同時に肥料成分が供給される。このため、堆肥中の肥料成分を考慮せず通常の施肥を行った場合は、堆肥に含まれる肥料分量が余剰量として土壤中に蓄積する。特に、窒素成分が少ない堆肥は、相対的にリン酸やカリ成分が多くなるため、これらの分量を考慮して化学肥料の施用量を決定しなければならない。

家畜ふん堆肥に含まれる肥料成分は、すべてが作物に吸収される形態で存在しているわけではないが、成分によっては大部分が作物が吸収できる形態で存在しており、肥効率を基に計算される有効分量を施肥設計に組み込む必要がある（図4-1）。

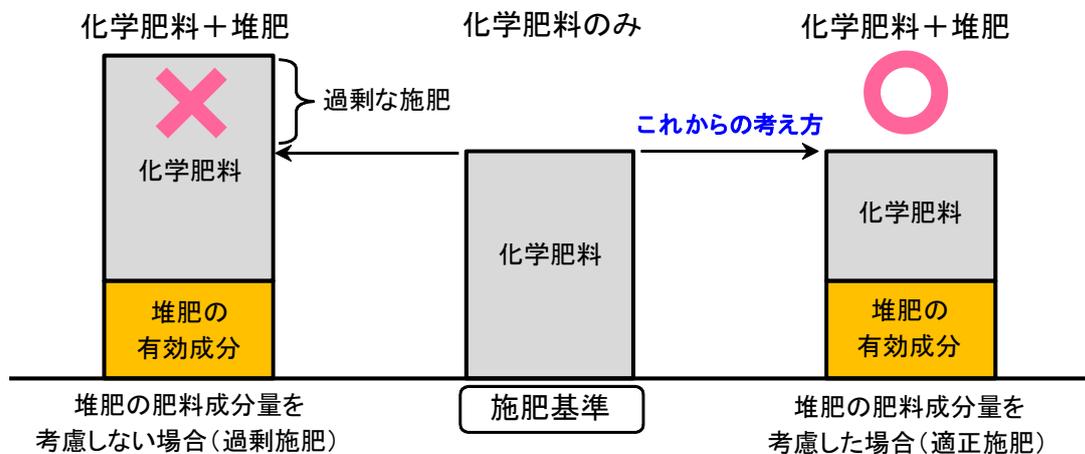


図4-1 堆肥中の肥料成分を考慮した適正施肥の考え方

【コラム】⑦ 堆肥成分の肥効率とは？

肥効率は、「化学肥料の各肥料成分の利用率」に対する「堆肥に含まれる各肥料成分の利用率」の割合で表される。

例えば、堆肥の肥効率が100%の場合は、作物に対する堆肥成分の効果が化学肥料の効果と等しく、50%の場合は化学肥料の半分しか効果がないということを意味している。つまり、肥効率とは、作物による利用率そのものを示しているのではなく、化学肥料の肥効と比べた場合の堆肥成分の肥効の指標である（図1）。

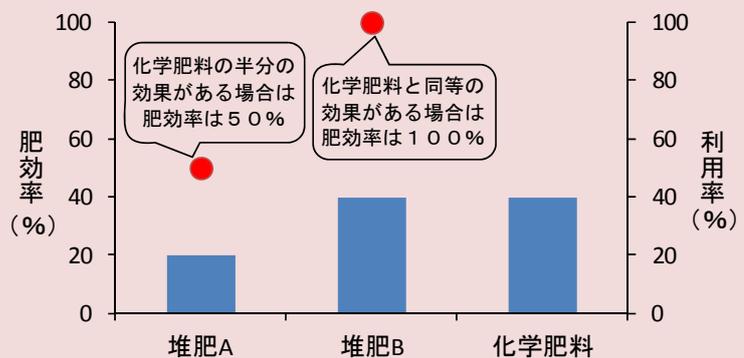


図1 堆肥成分の肥効率と利用率の関係(イメージ)

■ 肥料成分の利用率 ● 肥料成分の肥効率

(2) 肥効率を利用した施肥設計（最も簡便な手法）

肥効率は、畜種、成分ごとに明らかにされており（表4-3、☞第3章を参照）、次式により堆肥に含まれる有効成分量が簡便に計算できる。そして、施肥基準量から堆肥中の有効成分量を差し引き、成分ごとの施肥量とする。

ただし、施肥基準量を超える成分がある場合は、その成分を基準にして施肥基準量を超えないように堆肥施用量を決定する。

$$\text{堆肥に含まれる有効成分量 (kg/10a)} = \text{堆肥施用量 (kg/10a)} \times \frac{\text{堆肥の成分含有率(\%)}}{100} \times \frac{\text{肥効率(\%)}}{100}$$

表4-3 家畜ふん堆肥に含まれる肥料成分の肥効率(%)

	窒素※	リン酸	カリ	石灰	苦土
牛ふん堆肥	-5~20				乳牛60 肉牛90
豚ふん堆肥	20~40	90	100	100	
鶏ふん	20~65				90~100

※無機化率

<計算例>

10a 当たりの施肥基準量が、窒素20kg、リン酸20kg、カリ20kgと仮定した場合で、堆肥と化学肥料を使った施肥設計例を以下に示す。

堆肥の成分含有率が、窒素1%、リン酸1%、カリ2%、肥効率が窒素10%、リン酸90%、カリ100%とすると・・・。

- 例えば、堆肥施用量を2,000kg/10a とし、成分ごとに堆肥中の有効成分量を計算するとカリ成分が施肥基準量を超えてしまうため、カリ成分を基準として堆肥施用量を決定すると1,000kg/10a となる。
- 堆肥施用量1,000kg/10a の場合の堆肥中の有効成分量を計算すると窒素1kg、リン酸9kg、カリ20kgとなり、施肥基準量との差し引き計算で、化学肥料の施肥量は窒素19kg、リン酸11kg、カリ0kgとなる。

①堆肥施用量(kg/10a)→	1000			
	計算内容	窒素	リン酸	カリ
②施肥基準量(kg/10a)	-	20	20	20
③堆肥中の成分含有率(現物%)	-	1	1	2
④肥効率(%)	-	10	90	100
⑤堆肥中の有効成分量(kg/10a)	①×③/100×④/100	1	9	20
⑥化学肥料の施肥量(kg/10a)	②-⑤	19	11	0

注)この事例では、土壌中のリン酸が過剰な場合は、カリだけでなく、リン酸も無施肥とし、窒素単肥のみの栽培が可能である。

各成分のうち、特に、窒素成分は、堆肥の窒素含量や施用時期等によって肥効率が変動し、この計算方法ではどの時期にどの程度肥効があるかまでは計算できないため、窒素の有効成分量はいくまでも目安として利用する。栽培期間が長い作物では、生育が予想よりも良い場合には追肥量を減らし、逆に生育が予想よりも悪い場合には追肥量を増やすといった調節が必要である。

栽培期間や施用時期（温度条件）による窒素成分の肥効率の違いを施肥設計に反映させるためには、より詳細な計算が必要である。岡山県土壌施肥管理システム（次頁）を利用することによって、どの時期にどの程度の窒素が発現してくるかを計算でき、作物に応じたより効率的な施肥設計が可能である。

（3）代替率と肥効率を利用した施肥設計

作物に必要な窒素施肥量の何割かを家畜ふん堆肥で代用させるとき、この割合を代替率という。窒素の代替率は、堆肥の窒素肥効が不安定であることや多量施用は環境負荷の増大につながるおそれがあることから、一般的には3割程度とする。

代替率と肥効率に基づき、堆肥中の有効窒素成分を利用する場合の堆肥施用量は次の式により求める。

$$\text{堆肥施用量 (kg/10a)} = \frac{\text{窒素の施肥基準量 (kg/10a)}}{\text{窒素の施肥基準量 (kg/10a)}} \times \frac{\text{代替率(\%)}}{100} \times \frac{100}{\text{堆肥の窒素含有率(\%)}} \times \frac{100}{\text{肥効率(\%)}}$$

ただし、窒素のみを基準にして堆肥の施用量を決めると、例えば牛ふん堆肥では成分含量や肥効率が高いカリなどが過剰になりやすいため、施肥基準量や土壌診断結果、土壌物理性等に応じて堆肥施用量を調節する必要がある。また、この計算方法では、施肥基準量が多い場合や窒素成分が少ない堆肥を使う場合は、計算上の堆肥施用量が多量になることがあるため、堆肥施用量の目安（表4-1）を参考にして施用量が過剰にならないように注意する。

(4) 岡山県土壌施肥管理システムを利用した施肥設計(窒素肥効パターンに基づく手法)

堆肥中の有効成分量を計算する場合、簡便には肥効率を利用する方法があるが、肥効がいつ現れるかが計算できないため、特に作物の生育に影響が大きい窒素成分については、肥効率を使った計算では十分とは言えない。

土壌施肥管理システムでは、堆肥中の窒素成分がどの時期にどの程度発現するかがシミュレーションでき、より合理的な施肥設計が可能である。本システムでは、慣行施肥の窒素肥効パターンに合致するように堆肥を利用した施肥体系が設計できる。つまり、堆肥と化学肥料の窒素肥効パターンを組合せながら、より効率的な施肥体系が設計できる(図4-2)。ただし、設計にあたっては、リン酸、カリの施肥量が過剰にならないように別途確認しながら堆肥と化学肥料等の施用量を決定する。

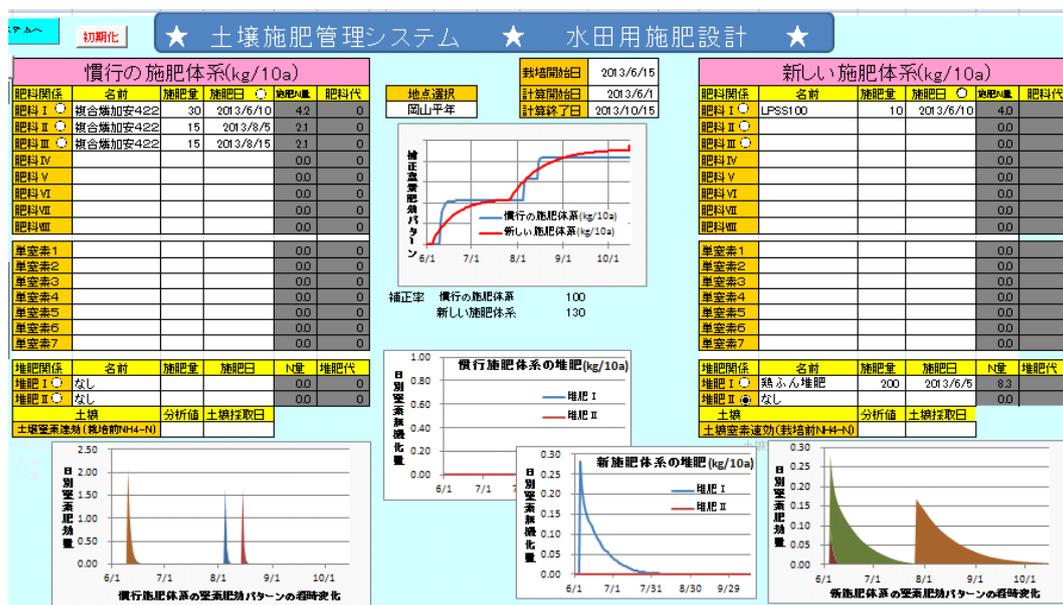


図4-2 堆肥の窒素肥効パターンに基づく施肥設計(岡山県土壌施肥管理システム)

なお、家畜ふん堆肥の窒素肥効パターンを計算するためには、次の測定結果が必要である(表4-4)。堆肥成分の簡易測定方法については、巻末の参考資料「家畜ふん堆肥の簡易評価法」を参照する。

表4-4 窒素肥効予測に必要な測定項目

堆肥の種類 (利用場面)	全窒素 (現物%)	乾物率 (%)	窒素肥効(塩化カリ抽出法)		窒素肥効(塩酸抽出法)		C/N比
			アンモニア態窒素 (mg/g)	アンモニア態窒素 (mg/g)	硝酸態窒素 (mg/g)		
牛ふん(水田)	○	○	○	○		○	
牛ふん(畑)	○	○	○	○	○	○	
豚ふん(水田)	○	○	○				
豚ふん(畑)	○	○	○		○		
鶏ふん(水田)	○	○	○				
鶏ふん(畑)	○	○	○		○		

注) 土壌施肥管理システムは、岡山県農林水産総合センター農業研究所環境研究室が指導者向けに開発した施肥設計支援ソフト

【コラム】⑧ 県内に賦存する家畜ふん堆肥由来の有効成分量

岡山県内には、家畜ふん堆肥の肥料成分量がどのくらい賦存しているのか？農作物が利用できる有効な肥料成分がどの程度あるのか？三島ら（2009）の報告等を基にして窒素・リン酸・カリの有効成分量を試算した（図1）。

県内では、鶏ふん由来の有効成分量が最も多く、次いで牛ふん堆肥が多いと試算され、これらの畜種の肥料成分を有効に活用することがポイントとなる。

また、生雲（2003）が試算した農作物受容量（農作物に対する施肥総量）と比較してみると、リン酸・カリについては、県内の化学肥料の使用量に匹敵する程の有効成分量が賦存することが示唆される。これからの施肥設計には牛ふん堆肥や鶏ふんに含まれるリン酸・カリ量を有効に組み込んでいくことが不可欠と言える。

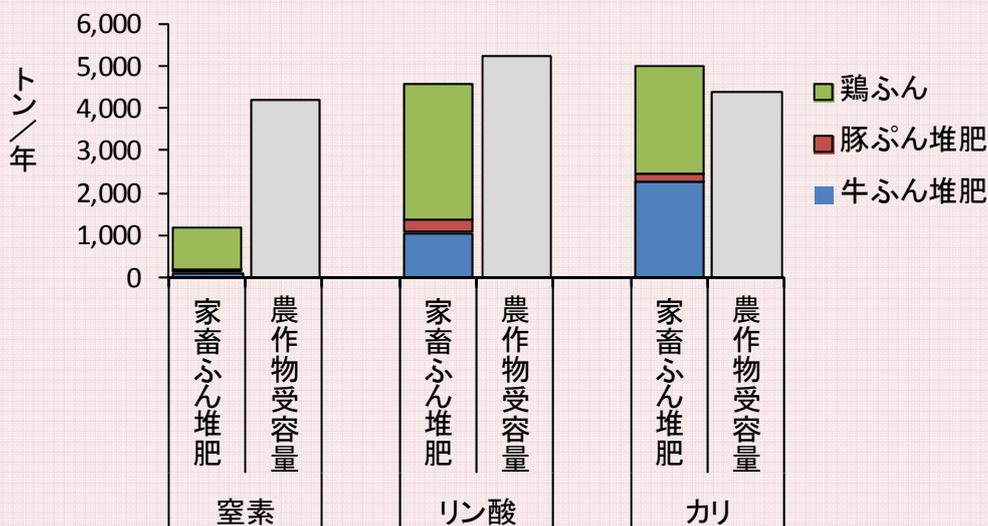


図1 岡山県内における家畜ふん堆肥の有効成分量と農作物の受容量

注) 家畜ふん堆肥の有効成分量は、三島ら（2009）による都道府県別家畜ふん堆肥推定賦存量と岡山県内の家畜ふん堆肥成分平均値および肥効率（窒素：牛ふん堆肥10%、豚ふん堆肥30%、鶏ふん45%、リン酸：90%、カリ：100%）から計算。農作物受容量は、生雲（2003）による都道府県別の化学肥料推定施肥量。



4-2 作物に応じた家畜ふん堆肥の選び方・使い方

1) 水稻① 牛ふん堆肥

1 水稻栽培の土づくり

良質米を高位安定生産する土壌条件として、次の3点が重要である。

- ① 適切な作土深（養分を保持できる容量）
- ② 豊富な養分量
- ③ 下層土を含めて土壌の理化学性が良好であること。

これらの条件を満たすような土づくりが基本であるが、近年、水田への有機物施用量は減少傾向にあるほか、県内の水田土壌において作土中の腐植や可給態ケイ酸含量は低下傾向にある。また、最近増加している発酵粗飼料（WC S）用水稻栽培では、稲わらを土壌に還元しないため、堆肥の投入で地力の維持向上を図ることが重要である。

2 堆肥に期待する効果

牛ふん堆肥は窒素・リン酸・カリといった肥料成分のほか、腐植のもととなる有機物を他の畜種に比べて多く含むことが特徴である。このため、10a 当たり毎年1～2 tの牛ふん堆肥を連用することで地力が向上し、減肥ができるようになり肥料コストを下げることができる。

3 求められる堆肥の品質

(1) 腐熟度

牛ふん堆肥の腐熟度が未熟～中熟程度の場合、水稻の栽培直前に施用すると土壌が強還元となり、わきや根痛みの原因となりやすい。こうした堆肥を施用する場合は秋から冬に施用して、早めにすき込んでおく必要がある。十分に腐熟した堆肥は水稻の栽培直前に施用することができる。

(2) 窒素

第3章で述べたように、牛ふん堆肥に含まれる肥料分量は製品によって異なり、窒素については現物当たり最小0.3～最大2.7%の堆肥が県内では流通している。窒素が現物当たり1%以上の堆肥を施用する場合、リン酸・カリとあわせて窒素施肥量の削減が可能である。また、窒素が現物当たり1%未満の堆肥を施用する場合、リン酸・カリ施肥量の削減が可能である。

(3) C/N比（炭素率）

C/N比の平均は19.3であるが、最小8.9～最大43.0と製品によって大きく異なる。C/N比が高いものを水田へ多量に施用すると、強還元のほか、窒素の取り込みやキノコの発生などの原因となる。そのため、堆肥のC/N比の基準は一般には30以下とされているが、これよりも低いほうが望ましい。

4 堆肥施用の実際と施用効果

施用する牛ふん堆肥の窒素含量をもとにした化学肥料（窒素、リン酸、カリ）の施用量の考え方を表4-5に示した。県内で流通する平均的な牛ふん堆肥を10a当たり1t施用することを前提とし、含量はリン酸1.1%、カリ2.1%と仮定した。

- ① 堆肥の窒素含量が1%以上の場合、生育前半において堆肥から窒素肥効が期待できる。そのため、化学肥料による基肥窒素量を減肥でき、その量は土壌施肥管理システムで推定できる。追肥窒素量は、堆肥施用初年～2年目くらいまで慣行量とするが、連用年数が3年以上になると生育後半の窒素肥効が期待できる（連用効果）ため、次第に追肥窒素も削減できる。
- ② 堆肥の窒素含量が1%未満の場合、窒素肥効が期待できないため、化学肥料による基肥及び追肥窒素量は慣行量とする。しかし、連用年数が3年以上になると追肥窒素が削減できる。

なお、平均的な牛ふん堆肥では10a当たり1t施用することで、リン酸10kg、カリ21kgが投入されると試算でき、そのほとんどが化学肥料と同等の肥効を現すため化学肥料によるリン酸、カリは無施用で栽培できる。

表4-5 平均的な牛ふん堆肥を10a当たり1t施用した場合の水稲栽培における化学肥料施用量の考え方

牛ふん堆肥の窒素含量	化学肥料	化学肥料の施用量	
		基肥	追肥
① 窒素1%以上	窒素	減肥可能 (施肥管理システムで試算)	慣行量 (連用で減肥可能)
	リン酸・カリ	無施肥	無施肥
② 窒素1%未満	窒素	慣行量	慣行量 (連用で減肥可能)
	リン酸・カリ	無施肥	無施肥

注) 県内で流通する平均的な牛ふん堆肥を10a当たり1t施用する場合を想定
牛ふん堆肥のリン酸含量は1.1%、カリ含量は2.1%（現物当たり）と仮定すると、
リン酸は10kg、カリは21kgが施肥されることになる。

5 留意点

水田では湛水することで土壌が還元状態になる。特に、未熟な堆肥を多量に施用した場合には強還元となり、水稲根の伸長や活性が阻害される。堆肥の種類や量、施用時期にもよるが、堆肥を施用すると土壌がより還元的になりやすい。近年、生育初期に下葉の枯れ上がりや生育後半に赤枯れの発生が増加している。このような水田では間断かんがいに努めて土壌を酸化的に保つ必要がある。

水稻の施肥設計例：牛ふん堆肥

岡山県南部におけるヒノヒカリの移植栽培を例に、牛ふん堆肥を活用した場合の水稻施肥設計例を示す。

・基準にした施肥体系（化学肥料の分施）（kg/10a）

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
尿素硫加燐安 48 号	25	12.5			6.0	6.0	6.0
P K化成	20					4.0	4.0
硫安			10	10	4.2		
合計					10.2	10.0	10.0

注) 化学肥料の有効成分量は、施肥量 kg×成分含量%÷100×肥効率 100%÷100 として計算

★施肥設計例

施肥設計例①～③に共通した条件設定

- ・牛ふん堆肥の成分含量は窒素 1.1%、リン酸 1.1%、カリ 2.1%とした。
- ・有効成分量は、施用量 kg×成分含量%÷100×肥効率%÷100 として計算した。
- ・肥効率は、牛ふん堆肥は窒素 20%（春施用）、0%（秋施用）－リン酸 90%－カリ 100%、化学肥料はすべて 100%とした。

①秋施用の施肥体系（kg/10a）

肥料名	堆肥 (秋)	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
				1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	1,000					0.0	8.4	10.5
硫安		20	10	10	10	10.5		
合計						10.5	8.4	10.5

注) 秋施用の場合、牛ふん堆肥の窒素肥効はないものとする。

秋施用の場合、リン酸、カリの残存率をそれぞれ 85%、50%とした。

②春施用の施肥体系 (kg/10a)

肥料名	堆肥 (春)	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
				1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	1,000					2.2	9.9	21.0
硫安		10	10	10	10	8.4		
合計						10.6	9.9	21.0

注)牛ふん堆肥の施用は可能な範囲で入水直前とする(肥効が低下するため入水14日前が理想)。

③被覆尿素を組み合わせた省力施肥体系 (kg/10a)

肥料名	堆肥 (春)	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
				1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	1,000					2.2	9.9	21.0
硫安		10	10			4.2		
LPコートSS100		10				4.1		
合計						10.5	9.9	21.0

注)牛ふん堆肥の施用は可能な範囲で入水直前とする(肥効が低下するため入水14日前が理想)。

穂肥相当量をLPコートSS100を基肥施用することで追肥の省力化が可能である。

○留意事項

- ・施肥設計例は、標準的な地力(可給態窒素12mg/100g程度)の水田を想定した一般例であり、施肥量は粘質土壌では減らし、砂質土壌では増やす。
- ・堆肥施用から入水までの日数が14日より長い場合、窒素肥効が低下する。
- ・春施用で入水直前に施用する場合は、十分に腐熟した堆肥を用いる。
- ・モミガラを副資材とする牛ふん堆肥では連用3年目から、オガクズを副資材とする牛ふん堆肥では連用5～6年目から、生育後半に窒素肥効が現れる(連用効果)ので穂肥量は適宜調整する。
- ・連用効果によって生育後半の窒素肥効が過剰になるおそれがある場合は、倒伏防止のために耐肥性の高い品種を作付けする。
- ・定期的に土壌診断を実施しながら適正な施肥設計を行う。

1) 水稻② 鶏ふん

1 堆肥に期待する効果

鶏ふんは、牛ふん堆肥に比べて窒素、リン酸、カリを多く含み、肥料効果が高い。また、比較的分解が早いので入水直前に施用することで、化学肥料と同等の効果が期待できる。なお、牛ふん堆肥のような連用効果は期待できない。

化学肥料と比べて肥料費が安いいため、水稻の低コスト生産が期待できる。

2 求められる堆肥の品質

鶏ふんの窒素含量は様々であるが、窒素含量の高いものは三要素を含んだ化学肥料の代替として、窒素含量の低いものはリン酸・カリ肥料としての効果が期待できる。

特に、肥料コストの低減を目的に利用する場合は、窒素含量が4%以上の製品の利用が望ましい。

市街地等で施用する場合は、においの少ないものが望まれる。また、ハンドリングや飛散防止の面からは、粒状やペレット状、羽根などの混入が少なく水分が低い製品が望ましい。

3 堆肥施用の実際と施用効果

(1) 鶏ふん施用の基本的な考え方

鶏ふんは窒素含量により窒素肥効が異なるため、窒素含量を把握し、基肥として適正量を施用する（表4-6）。

鶏ふんに含まれる窒素を有効に活用するために、基肥として代かき14日前までに施用する。それ以前に施用した場合、代かきまでの日数に応じて鶏ふんの窒素肥効が失われる。このため、鶏ふん施用から入水までの期間が長期化した場合には、リン酸とカリの補給と考え、窒素については移植時に必要量の化学肥料等を施用する。

表4-6 水稻移植栽培の基肥として必要な鶏ふん施用量（目安）

鶏ふんの 窒素含量	鶏ふん施用量 (kg/10a)	
	基肥窒素量 3 kg/10a の場合	基肥窒素量 5 kg/10a の場合
2 %	主にリン酸・カリ肥料として施用する。土壌中のリン酸、カリ量に応じて、施用基準量の上限（500kg）を超えないように施用する。	
3 %	250	400
4 %	150	250
5 %	100	170

注) 分施肥系の基肥窒素量の代替分として試算

おおまかな施用量は表4-6を参考に決定する。さらに、詳細な施肥設計は岡山県土壤施肥管理システムを利用することで、穂肥の施肥量や被覆尿素と組み合わせた省力施肥体系が設計できる。

(2) 鶏ふんを活用した水稻栽培事例

土壤施肥管理システムで施肥設計(図4-3)を行い、農林水産総合センターで実施した水稻栽培事例を紹介する。

ヒノヒカリでは、鶏ふんを基肥として施用するだけでは生育後半の窒素が不足し減収することがある。有機質肥料や化学肥料などを追肥するか、シグモイド溶出型の被覆尿素を基肥に施肥すると、生育後半まで肥効が持続し、安定して慣行並みの収量・品質が得られる(表4-7)。

表4-7 鶏ふんを用いたヒノヒカリ栽培(岡山県農林水産総合センター, 2007)

栽培体系	肥料名	施用量(kg/10a)			有効成分量(kg/10a)			収量(kg/10a) (収量比) ^z	食味 ^y
		基肥	穂肥 I	穂肥 II	窒素	リン酸	カリ		
低コスト	鶏ふん ^x	450	-	-	4.6	36.9	19.4	546 (107)	80
	硫安	-	11	7	3.8				
	(合計)				8.4	36.9	19.4		
省力	鶏ふん ^x	450	-	-	4.6	36.9	19.4	525 (103)	88
	LPSS	10	-	-	4.0				
	(合計)				8.6	36.9	19.4		
有機	鶏ふん ^x	450	-	-	4.6	36.9	19.4	546 (107)	90
	菜種油粕	-	85	-	3.5	2.0	1.3		
	(合計)				8.1	38.9	20.6		

^z 化学肥料区(基3-追2-穂I1.5-穂II1.5=窒素8kg/10a)の収量を100とした場合の指数

^y ニレコ米食味計による分析値(HON)

^x 窒素2.3%、リン酸9.1%、カリ4.3%

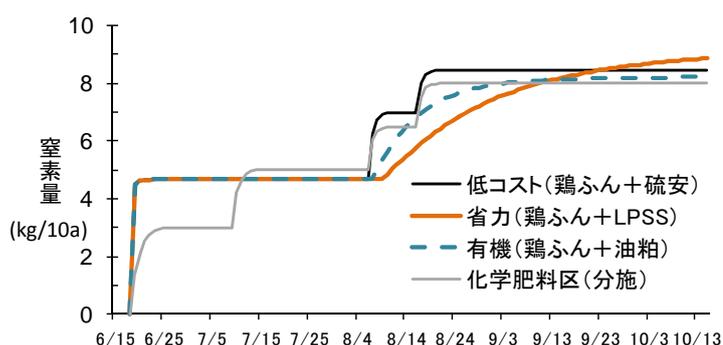


図4-3 鶏ふんを用いた施肥体系の窒素肥効パターン(岡山県農林水産総合センター, 2007)

注)表4-7の施肥体系の窒素供給パターンを推定

4 留意点

- ・鶏ふんはにおいが強いものが多いため、施用後は速やかにすき込む。
- ・鶏ふんを多量に連用すると、リン酸の蓄積や、石灰の蓄積による塩基バランスの不均衡が生じるため、施用量に注意する。

水稻の施肥設計例：鶏ふん

岡山県南部におけるヒノヒカリの移植栽培を例に、鶏ふんを活用した場合の水稻施肥設計例を示す。

・ 基準にした施肥体系（化学肥料の分施）（kg/10a）

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
尿素硫加燐安 48号	25	12.5			6.0	6.0	6.0
PK化成	20					4.0	4.0
硫安			10	10	4.2		
合計					10.2	10.0	10.0

注）化学肥料の有効成分量は、施肥量 kg×成分含量%÷100×肥効率 100%÷100 として計算

★施肥設計例

施肥設計例①～④に共通した条件設定

- ・ 有効成分量は、施用量 kg×成分含量%÷100×肥効率%÷100 として計算した。
- ・ 肥効率は、鶏ふんはリン酸 90%、カリ 100%、化学肥料は三要素すべて 100%とした。
- ・ 鶏ふんの施用量及び窒素成分有効量は前項表 4-6 から引用した。

●窒素 4%の鶏ふんを活用した施肥体系

（鶏ふんの成分含量：窒素 4%、リン酸 6%、カリ 4%として試算）

①低コスト分施型（穂肥に硫安を施肥することで施肥コストを低減）（kg/10a）

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
鶏ふん	250				5.0	13.5	10.0
硫安			10	10	4.2		
合計					9.2	13.5	10.0

②省力一発型（穂肥部分に LPSS100 を基肥施用することで省力化が可能）(kg/10a)

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
鶏ふん	250				5.0	13.5	10.0
LPSS100	10				4.0		
合計					9.0	13.5	10.0

③有機栽培型（穂肥に菜種油粕を施肥することで有機栽培に対応）(kg/10a)

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
鶏ふん	250				5.0	13.5	10.0
菜種油粕			60		3.8	1.8	1.2
合計					8.8	15.3	11.2

●窒素 3%の鶏ふんを活用した施肥体系

（鶏ふんの成分含量：窒素 3%、リン酸 4%、カリ 3%として試算）

④有機栽培型 (kg/10a)

肥料名	基肥	追肥	穂肥		有効成分量		
			1回目	2回目	窒素	リン酸	カリ
鶏ふん	400				5.0	14.4	12.0
菜種油粕			60		3.8	1.8	1.2
合計					8.8	16.2	13.2



ポイント

鶏ふんは、様々な肥料と組み合わせて多様な施肥体系を組むことができる。

○留意事項

- ・標準的な地力（可給態窒素 12mg/100g 程度）の水田を想定した一般例であり、施肥量は粘質土壌では減らし、砂質土壌では増やす。
- ・窒素肥効は、鶏ふん施用から入水までの日数が 14 日より長い場合は低下し、1 か月を超えるとあまり期待できない。
- ・連用によって土壌中にリン酸や石灰が蓄積することがあるので、定期的に土壌診断を実施しながら適正な施肥設計を行う。

【コラム】⑨ 鶏ふんを用いた水稻有機育苗方法

鶏ふんは育苗にも利用できる。水稻の有機育苗では、岡山県土壌施肥管理システムを用いて鶏ふんから有効化する窒素量が1.3~1.5g/箱となるように施用すると、市販の化成肥料入り育苗土を用いた場合に劣らない苗が得られる。

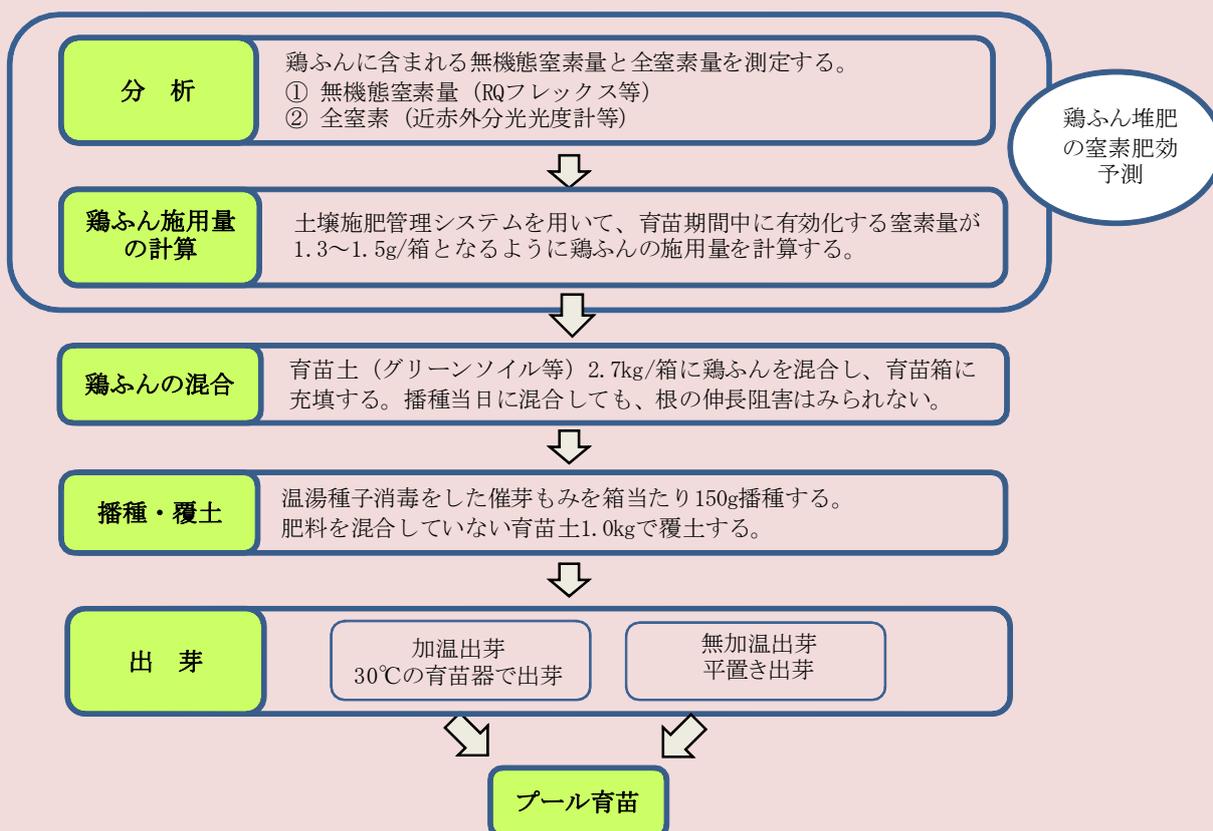


図1 鶏ふんの施用量の目安

窒素含量	1箱当たりの施用量
4%	50~60g
3%	100~120g
2%	400~500g

注) 上記は大まかな目安であり、特に窒素含量の少ない鶏ふんは肥効が不安定なので、育苗に使うのは難しい。

2) 麦

1 麦栽培の土づくり

本県の麦栽培圃場では土壌 pH の低い圃場が多いので、pH は 6.0～7.0 を目標にして pH 矯正を行う。また、排水性の悪い圃場は弾丸暗きょ等を施工して圃場の乾田化を図る。

2 堆肥に期待する効果

家畜ふん堆肥のうち、鶏ふんは石灰が多いので pH 矯正効果が期待できる。鶏ふんは麦栽培中に有効化してくる窒素が比較的多いので、窒素量を予測して化学肥料を減肥できるとともに、リン酸、カリ等を多く含むため、肥料コストの低減につながる。また、牛ふん堆肥は、主に有機物の補給効果があり、地力の向上等が期待できる。

3 求められる堆肥の品質

発芽・生育障害を起こす可能性の少ない十分に腐熟した堆肥を用いることが望ましい。鶏ふんを利用する場合は、悪臭が少ないもの、ハンドリングや飛散防止の面からは、粒状やペレット状の製品が望ましい。

4 堆肥施用の実際と施用効果

鶏ふんを施用した栽培例を紹介する。鶏ふんを使用することで化学肥料を削減でき、化学肥料による慣行栽培と同等の収量が得られる。

(1) 鶏ふんを用いた施肥設計

施肥設計の考え方を図 4-4 に示した。土壌診断で pH、石灰やリン酸をチェックする。適正域以下であれば、岡山県土壌施肥管理システムを利用して、鶏ふんの窒素肥効予測を行い、慣行の窒素施肥量に見合うように施用量を決定する。窒素肥効が少ない場合は、鶏ふんの施用量が多くなるため、別途鶏ふん由来のリン酸、カリ、

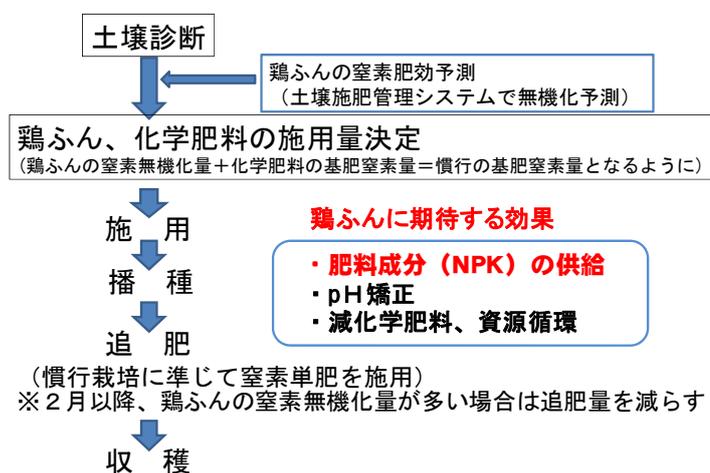


図4-4 鶏ふんを用いた麦の施肥設計の考え方

石灰の施肥量を計算しながら、これらの成分が過剰にならないように鶏ふんの施用量を決定する。通常、リン酸、カリは鶏ふんのみで十分足りるため(表4-8)、追肥は硫安等の窒素単肥でよい。追肥量は鶏ふんからの肥効を考慮して必要に応じて減肥する。

鶏ふんの窒素肥効量を計算して、化学肥料を上手く組み合わせることによって、慣行栽培と同等の精麦収量、子実タンパク質含有率が得られる(表4-9)。

表4-8 鶏ふんを用いた施肥設計例と成分投入量(kg/10a)

試験区	施用量				有効成分量					
	鶏ふん	基肥		追肥		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
		高度化成	硫安	高度化成	硫安					
慣行栽培		40	-	30	-	10.5	10.5	10.5	-	-
鶏ふんA	400	-	17.6	-	21.4	10.5(2.3)	18.9(18.9)	10.8(10.8)	(113)	(6.2)
鶏ふんB	400	-	8.6	-	21.4	10.5(4.2)	16.0(16.0)	9.8(9.8)	(96)	(4.6)

注) 使用した鶏ふんの窒素、リン酸、カリ、石灰、苦土含量は、A: 1.93、5.26、2.71、28.3、1.55%、B: 2.60、4.44、2.46、24.0、1.15%

鶏ふんA・B区の基肥及び追肥量は、鶏ふんの窒素肥効を考慮して減肥した。

鶏ふんは播種前に施用、追肥は2月中旬に施用。慣行栽培は、高度化成(15-15-15)を使用。

鶏ふんのリン酸肥効率: 90%、カリウム肥効率: 100%で計算。

()内は鶏ふん由来の有効成分量。

表4-9 鶏ふん栽培の精麦収量、子実タンパク質含有率
(岡山県農林水産総合センター, 2010)

年次	試験区	おうみゆたか		シラサギコムギ	
		精麦収量 (kg/10a)	子実タンパク質 含有率 (%)	精麦収量 (kg/10a)	子実タンパク質 含有率 (%)
2009年	慣行栽培	768 (100)	10.1 (100)	531 (100)	10.0 (100)
	鶏ふんA	778 (101)	10.4 (103)	513 (97)	10.5 (105)
	鶏ふんB	756 (98)	10.9 (108)	535 (101)	10.1 (101)
2010年	慣行栽培	492 (100)	11.0 (100)	617 (100)	12.1 (100)
	鶏ふんA	519 (105)	10.8 (98)	653 (106)	11.7 (97)

注) ()内は慣行栽培を100とした比率

5 留意点

- ・ 鶏ふんは、多量施用や連用によりリン酸、石灰が集積しやすいので(図4-5)、定期的に土壌診断を行い、リン酸や塩基類、土壌pHを確認する。
- ・ 倒伏防止のため、家畜ふん堆肥からの窒素供給量を考慮して窒素過剰に注意する。
- ・ 臭気の強い堆肥は風の弱い時に施用し、施用後は直ちにすき込むことが望ましい。

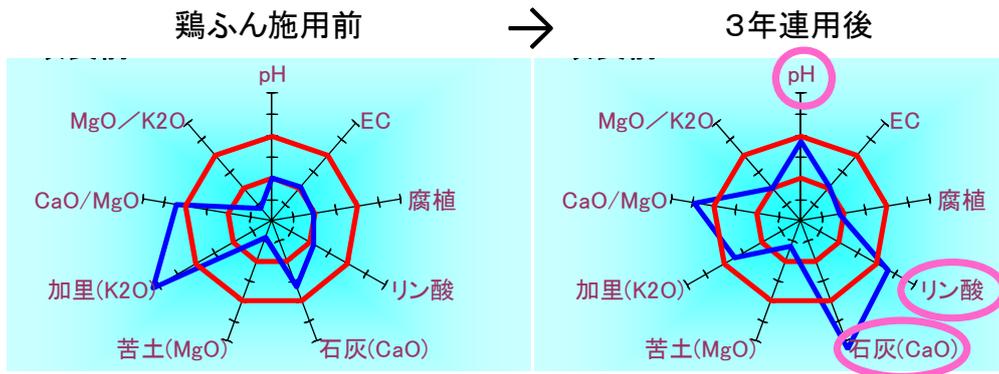


図4-5 鶏ふんを連用した圃場の土壌化学性の変化

(岡山県農林水産総合センター, 2010)

注) 水稲作及び麦作で鶏ふんを10a当たりそれぞれ300kg、400kgを3年連用した結果を示している。

pH、リン酸及び石灰量が増加している(○印で図示)。

3) 大豆

1 大豆栽培の土づくり

大豆は地力消耗作物であるため、栽培をくり返すと次第に地力が低下する。また、他の作物と比べて施肥反応が鈍いため、物理性改良は勿論のこと地力を維持向上させる土づくりが重要で、堆肥施用をその基本とする。

県内では、田畑輪換体系で長年黒大豆が栽培されている圃場で窒素肥沃度(地力窒素、腐植)や苦土が少ないため、これらを改良する土づくりが求められる。

2 堆肥に期待する効果

一般的には、肥料的効果よりも有機物の補給効果が期待される。大豆作では、地力窒素の給源となる土壌中の有機物の減少が大きいいため、有機物の補給効果が高い牛ふん堆肥を施用し、総合的に肥沃度の向上に努める。また、水田転換畑では、ホウ素含量が低い圃場が多く、堆肥による微量元素の補給効果も期待される。

鶏ふんは化学肥料の代替として基肥で施用することができ、窒素以外にもリン酸や石灰の補給効果が大きい。

3 求められる堆肥の品質

必ずしも十分に腐熟した堆肥でなくてよいが、大豆畑では難防除雑草が増加しており、発酵温度が確保され(60℃以上で数日間)、雑草種子が完全に死滅している堆肥が求められる。

4 堆肥施用の実際と施用効果

(1) 牛ふん堆肥による土づくり～10a 当たり 2 t が目安～

大豆栽培では、子実生産のために多量の窒素を必要とする。しかし、過剰な施肥窒素は根粒菌による窒素固定を阻害するため、堆肥施用による土壌窒素の富化によって生産性を高めることが望ましい。

モミガラ牛ふん堆肥(C/N比 22、窒素 1.0%、リン酸 0.8%、カリ 1.7%、水分 51%)を 2 t/10a 連用することによって増収効果がみられている(図 4-6)。

土壌窒素の給源である有機物量(腐植)をみると、堆肥を施用しない場合は減少していくが、堆肥の連用によっ

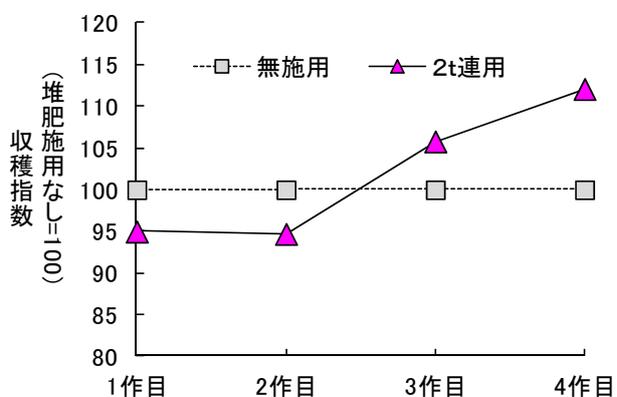


図4-6 黒大豆子実収量における堆肥の連用効果
(岡山県農林水産総合センター, 2010)

注) 収穫指数は、前後1作を含んだ移動平均値
(試験条件) 細粒灰色低地土、牛ふん堆肥2t/10a連用
※図4-7と共通

て維持され、有機物の減少分が補給される。また、石灰、苦土、カリの塩基成分についても、堆肥の連用によって維持増強できる（図4-7）。

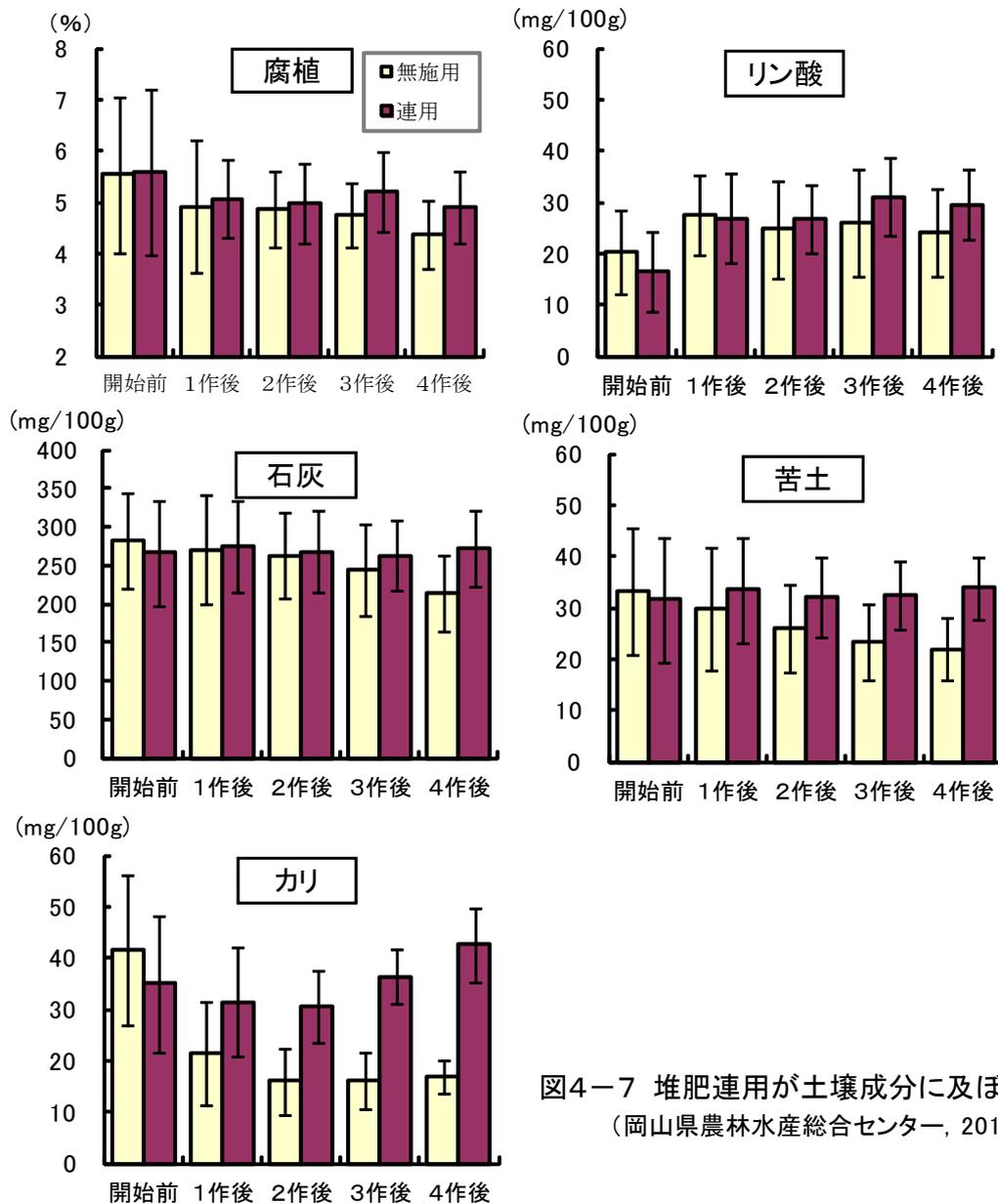


図4-7 堆肥連用が土壌成分に及ぼす影響
(岡山県農林水産総合センター, 2010)

5 留意点

- 牛ふん堆肥を施用する場合は、窒素肥効が少ないため、蔓化しやすい圃場を除いて窒素施肥量は減肥しない。
- 鶏ふんを施用する場合は、化学肥料の代替と考え、基肥として 100~200kg/10a 程度を施用する。タネバエの発生が懸念されるため播種の 1 か月程度前に散布し、すき込む。

4) 野菜・花き

1 野菜・花き栽培の土づくり

野菜栽培には、作土が厚く、排水性・保水性が良好で、養分の保持量が多く養分バランスが良い土壌が適する(表4-10)。そのため、排水対策や深耕などの管理とあわせて、堆肥等の有機物を施用し、土壌の物理性や化学性を改良する。また、集約的な栽培が連続して行われることが多く、物理性の悪化や塩基バランスの不均衡が起きやすく、特に施設栽培では塩類集積が問題となりやすい。そのため、定期的に土壌診断を行い、適正な土づくりと肥培管理を行うことが重要となる。

花き栽培では、土壌の物理性が生育、開花、品質に及ぼす影響が大きく、下層土も含めて物理性を良好に保つ必要がある。野菜と同様に、有機物の施用による土づくりが基本となるが、過剰に施用すると生育に悪影響を及ぼすので、土壌診断と合わせて適切な肥培管理を行う。

表4-10 土壌物理性の診断基準(千葉県主要農作物等施肥基準から抜粋)

作物・土壌		有効根群域必要深 (cm)	有効根群域の条件				地下水位 (cm)	
			固相率 (%)	仮比重	粗孔隙率 ¹⁾ (%)	ち密度 ³⁾ (mm)		
野菜	火山灰土	果菜	40~50	28以下	0.75以下	10以上 ²⁾	20以下	50以下
		葉菜	40				60以下	
		短根菜	40~50				18以下	80以下
		長根菜	80					
	砂質土	果菜	40~50	50以下	1.40以下	10以上 ²⁾	20以下	50以下
		葉菜	40				60以下	
		短根菜	40~50				18以下	80以下
		長根菜	80					
	壤質土	果菜	40~50	53以下	1.35以下	10以上 ²⁾	20以下	50以下
		葉菜	40				60以下	
		短根菜	40~50				18以下	80以下
		長根菜	80					
	粘質土	果菜	40~50	53以下	1.30以下	10以上 ²⁾	20以下	50以下
		葉菜	40				60以下	
		短根菜	40~50				18以下	80以下
		長根菜	80					
花き	施設	火山灰土		43以下	1.16以下 1.20以下	18以上	17以下	50~60以下
		砂質土						
		非火山灰粘質土						
	露地	火山灰土		30以下	0.78以下	10~15以上	20以下	50以下
		砂質土		50以下	1.35以下			
		非火山灰粘質土		50以下	1.40以下			

1) pH1.5の時の気相率。2) 作土では15以上。3) 山中式硬度計。

2 堆肥に期待する効果

(1) 土壌改良効果

いずれの品目についても、堆肥には有機物の補給や物理性の改良による土壌改良効果が期待される(表4-11)。土壌改良効果を求める場合には、木質系の副資材を含む牛ふん堆肥を利用する。また、宿根性花きなどの栽培期間の長い品目では、木質系の副資材

を含む牛ふん堆肥やバーク堆肥など、比較的分解しにくい堆肥を利用する。

(2) 肥料的効果

養分吸収量の多い品目では、肥料的効果が期待される（表4-11）。牛ふん堆肥に比べて、豚ふん堆肥、鶏ふんは肥料的効果が大きい。ただし、野菜、花き栽培圃場では、リン酸やカリ、石灰などの養分が過剰に蓄積している圃場が増加しているため、使用する際には、土壌診断と合わせて化学肥料を減肥するなどの適切な施肥管理を行う。特に施設栽培では、家畜ふん堆肥の連用により養分が蓄積しやすいので、施用量に注意する。

表4-11 堆肥に求める効果と品質(畜産環境整備機構, 2005に加筆)

	根菜類	葉菜類	果菜類		花き
			少・中肥型	多肥型	
	ダイコン ニンジン	キャベツ ホウレンソウ	イチゴ メロン トマト	ナス ピーマン キュウリ	
土壌改良効果	★★★	★★	★★★	★★★	★★★
肥料的効果	★	★★	★	★★★	★★
適する堆肥の種類	牛ふん堆肥	いずれも可	牛ふん堆肥	いずれも可	牛ふん堆肥
適する堆肥	<ul style="list-style-type: none"> 窒素の少ない堆肥 粗大な有機物の混入がない堆肥 十分に腐熟した堆肥 	<ul style="list-style-type: none"> 肥料的効果を求める場合は豚ふん、鶏ふんを利用 肥料分量が安定している堆肥 	<ul style="list-style-type: none"> 窒素の少ない堆肥 肥料分量が安定している堆肥 	<ul style="list-style-type: none"> 肥料効果を求める場合は豚ふん、鶏ふんを利用 	<ul style="list-style-type: none"> 土壌改良効果を求める場合はバーク堆肥や木質系の副資材を含む牛ふん堆肥 肥料分量が安定している堆肥

★★★ 特に重要性が高い ★★ 重要である ★ 重要性は比較的低い

3 求められる堆肥の品質

(1) 腐熟度

施用後に作物の生育に障害を与えない十分に腐熟した堆肥を利用する。特に根菜類では、粗大な有機物や未熟な有機物が混入した堆肥を施用するとタネバエの発生や岐根の原因となるため、粗大な有機物の混入がない、十分に腐熟した堆肥を利用する。

(2) 取扱性

作付け面積の大きい露地野菜では、施用にかかる労力軽減のため、水分が少ない、軽量である、ペレット化されているなどの、取扱性のよい堆肥が望まれる。

(3) 肥料成分のバランスと量

同じ圃場で連作する場合、堆肥の連用により土壌中に特定の養分が蓄積しやすいので、含まれる肥料成分のバランスが良く、肥料分量が安定している堆肥が望ましい。

4 堆肥施用の実際と施用効果

(1) 土壌診断結果に基づく肥培管理

野菜、花き栽培では、養分の蓄積やバランスの悪化が起こりやすいので、定期的に土壌診断を行い、その結果を考慮して堆肥の施用と施肥量を決定する(図4-8)。pHが高い圃場や、リン酸や塩基類が過剰に蓄積している圃場では、堆肥の施用を控えるか、肥料成分の少ない牛ふん堆肥を施用する。適正範囲にある圃場では、堆肥を施用し、堆肥から供給される肥料成分を考慮して施肥量を削減する。

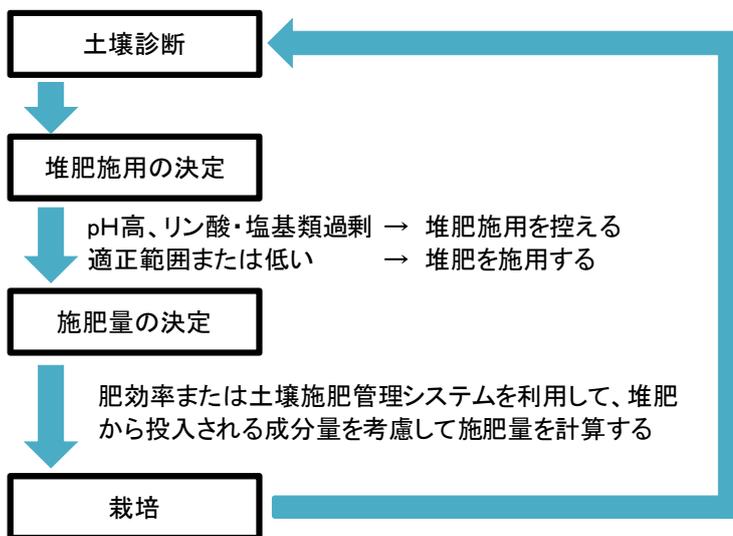


図4-8 土壌診断に基づく堆肥施用の考え方

(2) 堆肥を利用した場合の施肥設計例

県内で流通する平均的な牛ふん堆肥(窒素1.1%、リン酸1.1%、カリ2.1%)を10a当たり2t施用した場合の夏秋ナスの施肥設計例を表4-12、4-13に示した。

肥効率を窒素10%、リン酸90%、カリ100%とすると、堆肥から窒素2.2kg、リン酸19.8kg、カリ42kgが供給される。

慣行施肥体系(表4-12)では、施肥基準量と比べてリン酸が約20kg、カリが42kg多く投入されてしまう。

一方で、堆肥成分量を考慮した施肥体系(表4-13)では、施肥基準量を超えることなく、過剰な土壌養分の蓄積を防ぐことができる。

表4-12 施肥設計例(慣行)

	基肥 (kg/10a)	有効成分量 (kg/10a)		
		窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	2,000	2.2	19.8	42.0
PK化成40	120		24.0	24.0
けい酸加里	40			8.0
ナスいちばん	300	36.0	18.0	15.0
LPコートS80号	30	12.0		
LPコートS120号	30	12.0		
LPコート30号	10	4.2		
化学肥料の施肥量		64.2	42.0	47.0
化学肥料+堆肥		66.4	61.8	89.0
施肥基準量		64.0	42.0	47.0
差し引き		+ 2.4	+ 19.8	+42.0

表4-13 堆肥から投入される成分量を考慮した施肥設計例

	基肥 (kg/10a)	有効成分量 (kg/10a)		
		窒素	リン酸	カリ
牛ふん堆肥	2,000	2.2	19.8	42.0
過磷酸石灰	130		22.8	
けい酸加里	25			5.0
尿素	15	6.9		
LPコートS80号	40	16.0		
LPコートS120号	50	20.0		
LPコート30号	40	16.8		
化学肥料の施用量		59.7	22.8	5.0
化学肥料+堆肥		61.9	42.6	47.0
施肥基準量		64.0	42.0	47.0
差し引き		- 2.1	+ 0.6	0

(3) バレイショとハクサイに対するモミガラ牛ふん堆肥の施用効果

粉砕モミガラ牛ふん堆肥を1年間に3t/10aまたは6t/10a連用すると、堆肥の施用によって土壌が膨軟になり、孔隙率が増加するなどの物理性改良効果が認められている(図4-9)。

バレイショとハクサイの輪作体系では堆肥施用によって収量が向上し、地温の高い9月に定植するハクサイでは、堆肥の連用による窒素供給量の増加によって、増収効果も認められている(図4-10)。その一方で、堆肥の連用により土壌中にリン酸とカリが蓄積する傾向が認められ、6t/10a連用ではその傾向が顕著となるので、土壌診断に基づいて堆肥の施用量を削減する必要がある。

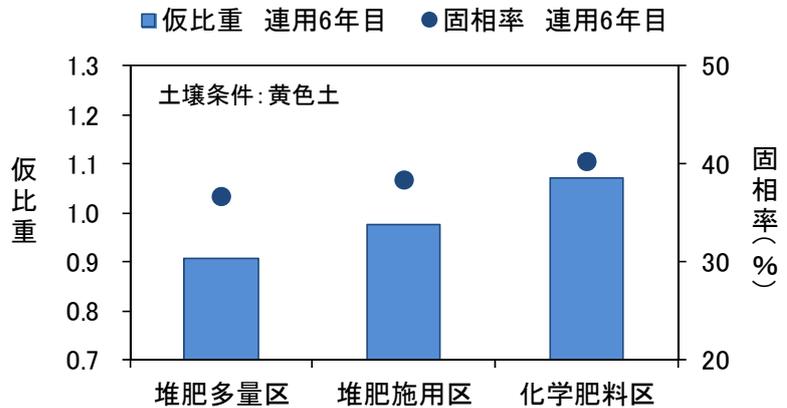


図4-9 堆肥の連用が仮比重と固相率に及ぼす影響 (岡山県農林水産総合センター, 2004)

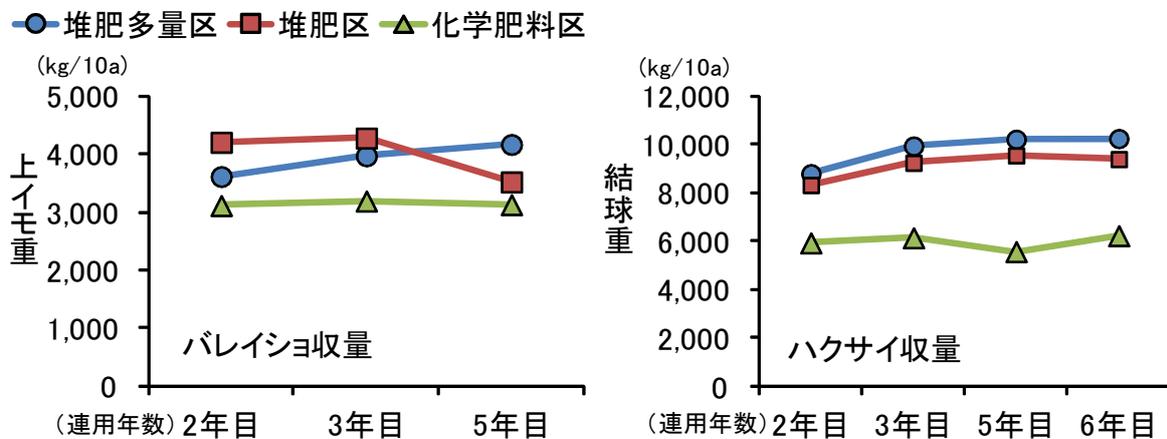


図4-10 堆肥の連用がバレイショならびにハクサイの収量に及ぼす影響 (岡山県農林水産総合センター, 2004)

注) バレイショは3月中旬～7月上旬、ハクサイは9月上旬～12月上旬に栽培。

堆肥の窒素、リン酸、カリの肥効率を30%、60%、90%として施肥総量を合わせた。

バレイショ施肥量 (化学肥料施肥量 kg/10a) : 堆肥6t多量区 (窒素11.0、リン酸 0.8、カリ 0.0)
 堆肥3t区 (窒素14.5、リン酸 7.4、カリ 0.0)
 化学肥料区 (窒素18.0、リン酸14.0、カリ16.0)

ハクサイ施肥量 (化学肥料施肥量 kg/10a) : 堆肥6t多量区 (窒素23.1、リン酸14.8、カリ 0.0)
 堆肥3t区 (窒素26.5、リン酸21.4、カリ 9.6)
 化学肥料区 (窒素30.0、リン酸28.0、カリ30.0)

(4) 花き栽培における深耕と堆肥施用の効果

バラは栽培期間が長いため、長期にわたって土壌の物理性を良好に維持する必要がある、そのためには良質な有機物の施用が欠かせない。容積比で20%程度のピートモスまたはバーク堆肥を深さ40cmまで混合することで、固相率が低くなり、土を膨軟な状態に保つ効果が認められている(表4-14)。

表4-14 バラに対するピートモスおよびバーク堆肥の施用効果(安井ら, 1992)

区	採花本数 (本/株)		切り花新鮮重 (g/本)		固相率の年次変化(%)					
	'89	'91	'89	'91	表層(0~20cm)			次層(20~40cm)		
					'89	'90	'91	'89	'90	'91
ピートモス20cm10%	40.1	47.7	20.2	19.3	28.8	31.4	38.0	31.9	36.6	40.7
ピートモス20cm20%	51.1	55.4	22.0	21.2	26.8	31.1	30.4	31.5	32.0	38.0
ピートモス40cm10%	36.1	47.2	21.5	18.9	29.8	30.9	33.3	29.1	34.4	33.7
ピートモス40cm20%	37.5	50.7	21.0	20.9	26.5	29.0	31.2	26.3	32.9	34.9
バーク堆肥20cm10%	38.2	44.3	23.9	21.7	28.5	33.0	33.4	31.3	38.5	33.9
バーク堆肥20cm20%	40.2	41.6	22.8	21.6	28.8	31.0	31.9	35.3	36.9	31.9
バーク堆肥40cm10%	35.2	46.9	22.1	19.0	32.3	27.9	35.1	38.5	36.4	38.4
バーク堆肥40cm20%	38.5	52.1	23.3	19.5	31.9	31.5	32.2	31.2	34.6	34.4

注) 細粒褐色森林土、品種: ソニア

5 留意点

土壌中のカリは、堆肥やカリ肥料の施用を中止すると他の成分に比べて減少しやすい(図4-11)。このため、カリが過剰に蓄積している圃場で堆肥等の施用を中止した場合は、定期的に土壌診断を行いながら適正な状態に維持する。

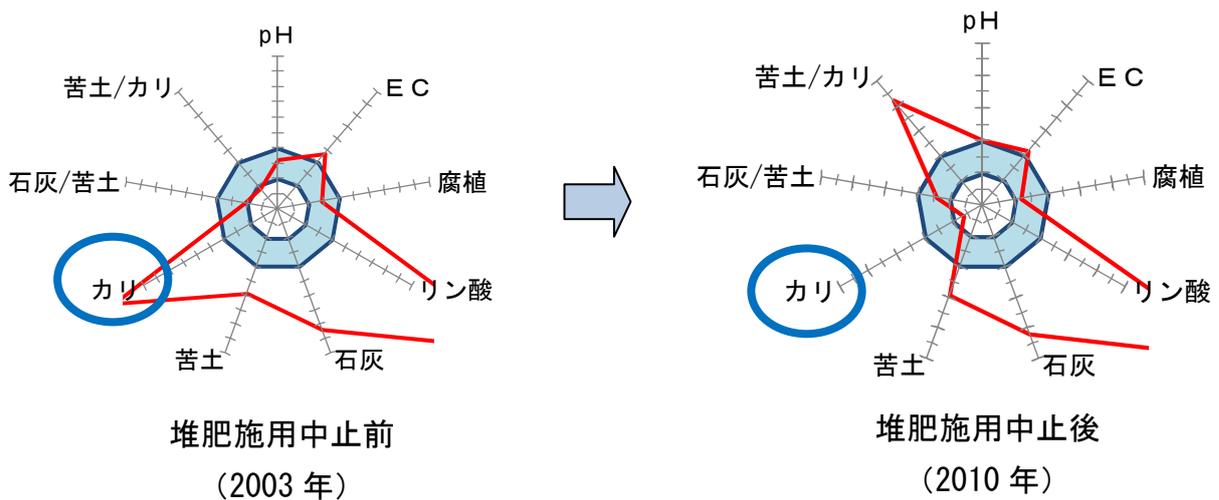


図4-11 堆肥施用を中止した圃場の土壌化学性の変化
(岡山県農林水産総合センター, 2010)

注) 内側の円は改良目標値下限、外側の円は改良目標値の上限を示し、色の塗られている部分が適正範囲を示す。

5) 果樹

1 果樹栽培の土づくり

収量・品質が安定している果樹園は、養分や水分を吸収するための細根が多く根域が深い場合が多い。そのため、果樹栽培における土づくりのポイントは、「根の発達を促す膨軟で通気性・排水性の良い土壌にすること」、「適正な樹勢を保ち高品質な果実を安定生産するための適正な肥沃度を保つこと」である。

2 堆肥に期待する効果

表4-15に示すように、堆肥には「土壌が膨軟になり、排水性・通気性が改善される」、「養水分が豊富になって、それがゆっくりと供給される」などの根域の改良効果が期待される。栽培期間の長い果樹では土壌改良効果が長続きする山野草堆肥が古くから使われてきたが、最近ではバーク堆肥や木質系資材を含む牛ふん堆肥が利用されている。

表4-15 主要果樹の土壌感受性(植物栄養・土壌肥料大辞典より抜粋・加筆)

項目	ブドウ	モモ	ナシ	ウメ	カキ	ミカン
土壌中の要求度が大きい	水分	○		○		○
	空気	○	○			○
土壌条件	砂質の軽い土壌が適	砂質壤土が最適、排水不良地は不適	有機物に富む深い壤土・砂壤土が適	有機物に富む深い埴壤土が適	有機物に富む深い土壌が適	透水性・通気性が良く粘土を含んだ土壌が適
肥料に対する反応	窒素過多を嫌う	吸肥力が強く窒素過多を嫌う	多肥を要する	吸肥力が強く肥料に敏感	肥料にやや鈍感窒素過多に注意	吸肥力が弱い窒素過多を嫌う

3 求められる堆肥の品質

(1) 十分に腐熟したものであること

木質系堆肥では十分な堆積期間をかけて生育阻害物質が分解し、窒素飢餓や紋羽病などの発生を助長するような未熟な堆肥でないことが必要である。

(2) 木質系の副資材を含む堆肥であること

バーク、オガクズなどの木質系副資材を含む堆肥は、土壌を膨軟に改良する効果が大きく、効果の持続期間も長い。

(3) 窒素、リン酸、カリなどの肥料成分が多すぎないこと

モモ、ミカンなどの果樹は、窒素やカリの過多によって果実品質が低下することがある。そこで、堆肥の成分含有率は低く安定していることが望ましい。

(4) 水分が少なく取扱いが容易なこと

果樹園は大型の堆肥散布機が入らない圃場が多く、人力で散布してから深耕するのが一般的である。水分が少なく、軽くて土壌と混ざりやすい堆肥が良い。

4 堆肥施用の実際と施用効果

(1) 堆肥の施用基準

モモ、ブドウの堆肥施用量の目安を表4-16に示した。植え付け時や改良時には施用量が多いが、既成園の全面施用では有機物の消耗分を補給する程度を施用する。また、改良時に窒素の多い堆肥を多量施用すると、果実品質が低下したり樹勢のコントロールが困難になる場合があるため、バーク堆肥等の窒素の少ない堆肥が望ましい。

堆肥の施用量は、土壤診断結果に応じて調整する。また、土壤条件に応じてパーライトやピートモス等を加えて土壤改良する。

表4-16 果樹園における堆肥施用量の目安

樹種	品種	植えつけ時 1本あたり 〔直径 × 深さ〕 2m × 40cm	既成園		備考	
			全面施用 ・中耕 (10aあたり)	部分深耕 1m ³ あたり 〔縦 × 横 × 深さ〕 1m × 0.5m × 40cm		
モモ	—	60~120L (30~60kg)	0.5~2.0t	50~100L (25~50kg)	10~20L (5~10kg)	土壤条件 に応じて パーライ ト、ピー トモス等 を加えて 土壤改良 する。
		※容積比で5~10%程度		※容積比で5~10%程度		
ブドウ	ピオーネ	120~180L (60~90kg)	1~2t	100~150L (50~75kg)	20~30L (10~15kg)	※容積比で10~15%程度
	マスカット・オ ブ・アレキサ ンドリア	※容積比で10~15%程度	3t	※容積比で10~15%程度		

注)バーク堆肥等の窒素含量の少ない堆肥を施用する。

(2) 土壤硬度の改良

作業機械の踏圧などによって硬く締まった土壤を改良するためにはバックホー等による深耕が効果的であるが、深耕時に土壤容積当たり5~15%程度の木質系堆肥を混和すると改良効果が高まり、改良後の土壤の締まりを少なくする効果がある。ただし、多量の堆肥を施用することによって窒素過多になる場合があるので、肥沃度の高い園地ではパーライト等の土壤改良資材を利用して堆肥施用量を抑えることが望ましい。

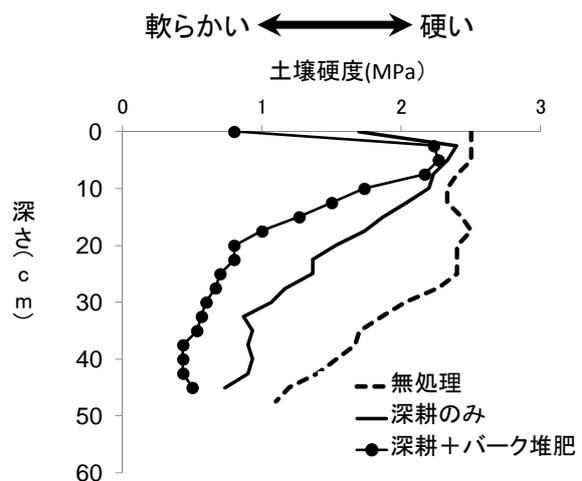


図4-12 堆肥混和による土壤硬度の改善効果

(3) モモ園における堆肥の施用量

モモは吸肥力が強く、窒素過多によって樹勢が過剰に強くなったり果実品質が低下することがある。堆肥の施用量は、土壌中の腐植含量を目安にして地力水準を判定し、地力水準に応じて調整する。

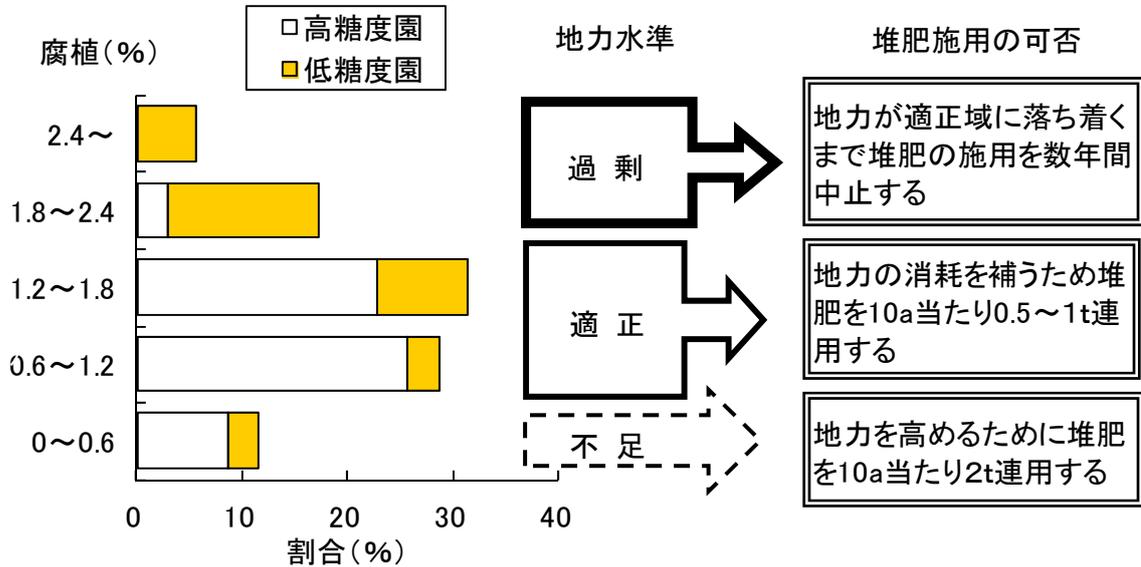


図4-13 モモ園の腐植含有率に対する堆肥施用の可否
注) 腐植含量は、主要根群域(0~40cm)の平均値

5 留意点

- 岡山県内の果樹園で、一般的に利用されているパーク堆肥の窒素含量は約 0.8%である。一方、県内で流通している牛ふん堆肥には、現物当たり 0.3~2.7%(平均値 1.1%)の様々な堆肥がある。窒素の多い堆肥を多量に施用すると、窒素が遅効きして樹勢や果実品質に悪影響を生じる場合がある。
- 堆肥を購入する場合は、袋やパンフレットに表示されている成分表示を参考にし、樹勢や地力水準を考慮して選ぶ必要がある。

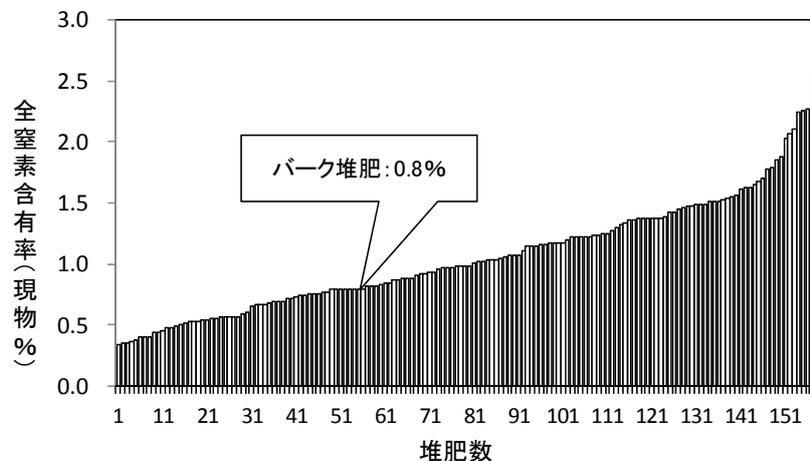


図4-14 岡山県内で流通する牛ふん堆肥の窒素含有率
(岡山県農林水産総合センター)

6) 飼料作物

1 飼料作物栽培の土づくり

飼料作物は家畜に給与し、乳生産・肉生産を行うことを目的としており、収量を確保しながら、飼料成分のバランスに留意した土づくりが必要である。

未熟な堆肥や過剰に施用することは飼料作物の発芽や生育障害、家畜の疾病害を招くだけでなく、環境汚染を引き起こす。このため、環境保全に留意しつつ、「土－飼料作物－家畜」の循環利用を促進することが重要である。

2 堆肥に期待する効果

堆肥は有機物とともに比較的豊富な肥料成分を含んでおり、土壌改良資材、肥料としての効果は大きく、飼料作物の低コスト生産のために有効である。

3 求められる堆肥の品質

良質で安全な飼料作物を安定的に栽培するには、良質な堆肥を適正に施用して、地力を維持することが重要である。

4 堆肥施用の実際と施用効果

(1) 施用基準について

施用基準の目安を表4-17に示した。堆肥のみの施用では肥料成分のバランスが保たれないため、化学肥料との併用を基本とする。リン酸やカリを堆肥から全量供給するようにし、不足する窒素を化学肥料で補うことが合理的である。なお、施用基準は地域や目標収量、刈り取り回数等により異なるので、留意する。

表4-17 草地・飼料畑におけるふん尿処理物の施用基準(t/10a)

(草地試験場, 1983)

草種		予想重量 (生草重)	牛	
			堆肥	液状ふん尿
牧草	イネ科草地	5～6	3～4 (14-0-0)	5～6 (8-3-0)
	混播牧草	5～6	3～4 (6-0-0)	5～6 (0-3-0)
トウモロコシ		5～6	3～4 (14-7-0)	5～6 (8-11-0)
イタリアンライグラス		4～5	3 (11-0-0)	4～5 (6-5-6)

注) ()は併用する化学肥料の必要量:kg/10a(窒素-リン酸-カリ)

(2) 過剰施用等による影響

1) 窒素過剰

窒素の過剰施用は倒伏や病害虫の発生を招くとともに茎葉中に硝酸態窒素が蓄積し、牛が摂取すると硝酸塩中毒を起こすことがあるので注意する。

硝酸塩中毒のガイドラインを表4-18に記載する。

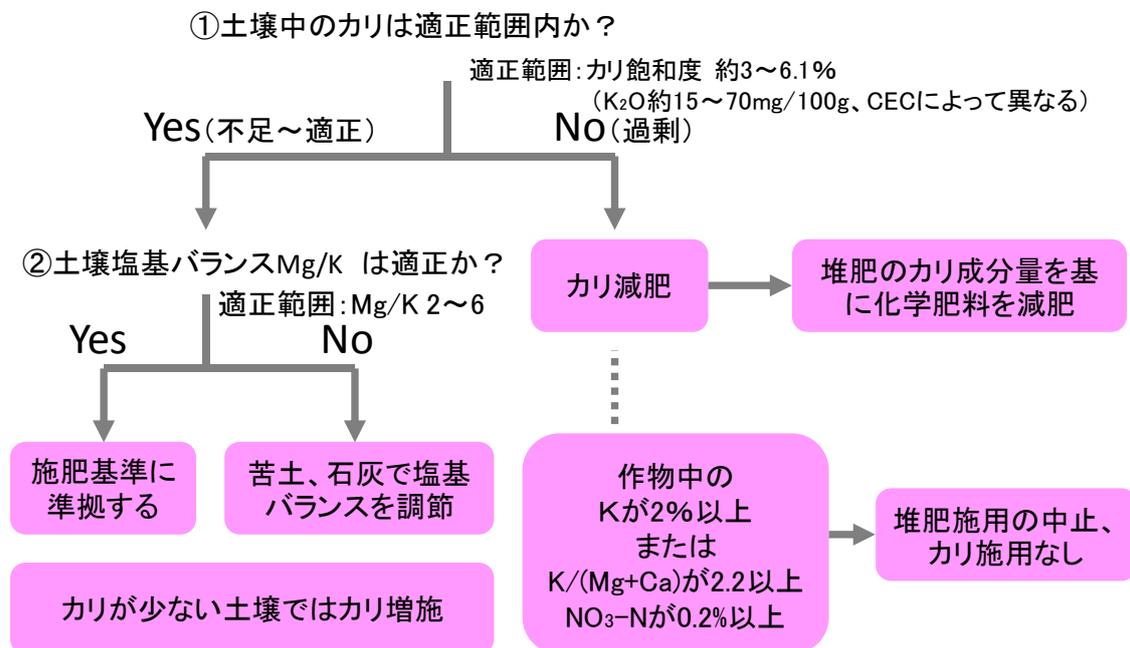
表4-18 硝酸態窒素摂取の許容限界（草地試験場，1988）

項目	1回の摂取量	飼料中の濃度	1日の摂取量
硝酸態窒素 (乾物換算)	0.1g/kg体重	0.2%以下	0.111g/kg体重

2) カリ過剰

堆肥の多量連用により窒素、リン酸、カリの含量が高まり、特にカリで著しい。また、拮抗作用により、石灰や苦土の吸収が阻害される。その結果、乳熱やグラスステタニー症を引き起こすことがあるため、以下のカリ施肥の考え方により施用を決定する。

■ 飼料作物栽培におけるカリ施肥の考え方



注) $K / (Mg + Ca)$ は当量比。NO₃-Nは乾物中。

5 留意点

- ・ 土壌、飼料分析を定期的に行い、通常の施用量でよいか確認し、施用する。