

## 【1】 土づくり

- 1 なぜ土づくりが必要か
- 2 家畜ふん堆肥の利用
- 3 家畜ふん堆肥を利用する際の留意事項

## 【2】 減化学肥料栽培技術

- 1 化学肥料の使用量を減らすには
- 2 化学肥料の使用量を減らす方法
- 3 家畜ふん堆肥の肥料的利用

# 【1】土づくり

## 1 なぜ土づくりが必要か

化学肥料を施し、窒素やリン酸、加里等の養分を供給すれば、堆肥を使わなくても作物は栽培できる。このように、堆肥をまったく使わないで作物を栽培していると年々作物が作りにくくなってくるが、毎年堆肥を施用している農地では生産が安定してくる。このことは、土壤に堆肥を施用することにより、土壤の物理性や、生物性、化学性が改良され生産性が向上したためである。

また、作物は、その種類により好む pH（土壤酸度）が異なり、pH を無視して栽培すると全く生育しない作物もある。このため作物の種類に応じて、石灰質資材などで pH を調整することが大切である。

表1 堆肥の地力向上作用  
地力構成要素と地力維持改良対策の関係

		化学肥料	無機改良資材	客土・深耕	輪作	堆肥の施用
物理性	保水性	×	△	△	×	○
	通気性	×	△	○	×	○
	易耕性	×	△	○	△	○
生物性	有用菌増加	×	×	×	△	○
	有機物分解	×	×	×	×	○
	病気の抑制	×	×	×	○	△
化学性	養分供給	○	△	△	△	○
	保肥力	×	△	△	×	○
	pH 改善	×	△	△	×	△

○：密な関係 △：多少関係 ×：無関係

(堆肥の作り方・使い方より)

## 1) 堆肥の施用効果

### ① 土壌の物理性を改善する

堆肥を連用すると、土壌中の有機物含量が増加し、土壌の団粒化が進む。団粒構造ができると、団粒間には比較的大きな孔隙が形成され、通気性や透水性がよくなる。また、団粒内部には微小なすき間があるため、保水性も向上する。

堆肥の施用により団粒構造が発達して土の孔隙が増え、比重が軽くなる。そして土が軟らかくなれば、耕うんが容易になり、作物の根がよく発達して養分や水分の吸収能力が高まる。この効果は、有機物の乏しい土壌ほど顕著に現れる。

物理性の改善には籾殻堆肥や牛ふん籾殻堆肥などの粗大有機物を含み、炭素率(C/N比)の高い堆肥が優れている。

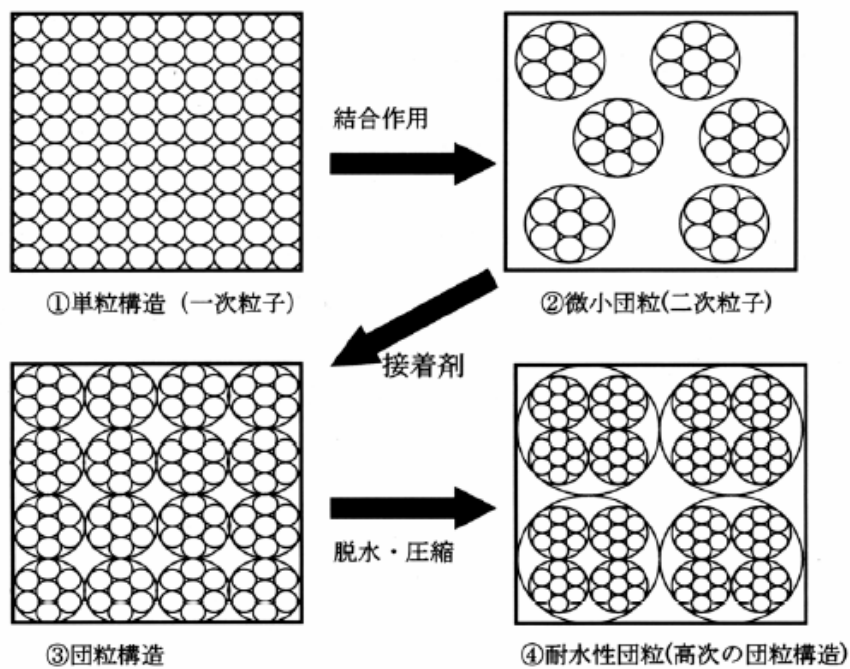


図1 団粒構造とそのでき方

## ② 土壌の生物性を改善する

土壌中には非常に多種類の微生物が数多く存在している。その数は土壌 1 グラム中に約 1 億といわれている。これらの微生物は養分の少ない土壌中では活動を停止しているが、堆肥などのエサになる物質が入ってくるとそれらの栄養をとり、急激に増殖する。こうした効果は、鶏糞や豚ふんのような栄養分の多い堆肥でより多く現れる。

土壌の生物性を改善するには、生物の活動を盛んにすることによって、土壌中の有機物分解を促進させ、養分の供給力を高めることである。堆肥を施用すると、それをエサに土壌の微生物が増殖し、施用した堆肥だけでなく、それまでに土壌に蓄積されていた有機物の分解も促進され、分解により窒素をはじめとする多くの養分が放出される。放出された窒素の一部は、増殖した微生物の菌体に取り込まれ、再び土壌中に蓄積され、長期間にわたって土壌窒素を放出する。

また、堆肥を施用すると土壌病害が減るという事例が見られる。堆肥の施用により多種多様な微生物が増加し、土壌の生物的緩衝能が増し、土壌病害の発生が抑制されるためである。

土壌の生物性を改善する堆肥は、適度な肥料成分があって、長期間分解が続くものが優れている。

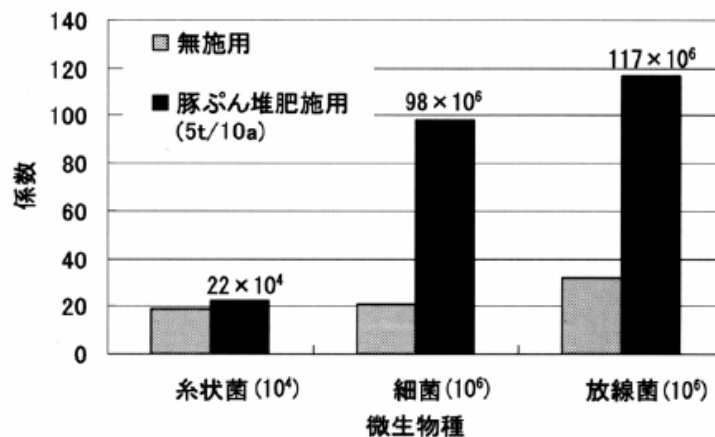


図2 堆肥の施用で微生物がふえる (堆肥の作り方・使い方より)

## ③ 土壌の化学性を改善する

堆肥には、窒素、リン酸、加里、カルシウム、マグネシウムなどの多量要素だけではなく、鉄、亜鉛、銅、マンガンなどの微量元素も含まれており、作物に対する総合的な養分の供給源となる。

2) 土壌の pH を作物の好む範囲に調整する

主要な作物の好適な土壌 pH、EC は以下の通りである。

表2 作物別の好適な土壌 pH

pH 領域	野 菜		
	葉 菜	果 菜	根 菜
6.5～7.0 微酸性～中性領域	エンドウ ホウレンソウ		
6.0～6.5 微酸性領域	アスパラガス カリフラワー シュンギク ハクサイ ブロッコリー	オクラ カボチャ キュウリ スイカ トマト ナス ピーマン	サトイモ ヤマノイモ
5.5～6.5 微～弱酸性領域	キャベツ コマツナ チンゲンサイ	イチゴ	コカブ ダイコン タマネギ ニンジン

表3 作物別の好適な土壌 EC (参考)

作物名	好適 EC ms/cm(1 : 5)	障害発生 EC ms/cm(1 : 5)
キャベツ、ダイコン	0.8～1.6	2.2～3.3
ホウレンソウ、ハクサイ	0.6～1.2	1.9～2.9
ナス、ネギ、レタス、ニンジン	0.4～0.8	1.3～2.0
トマト	0.3～0.6	0.6～1.1
キュウリ、メロン、アスパラ	0.2～0.6	0.8～1.2
ソラマメ、タマネギ	0.2～0.4	0.6～0.9
イチゴ	0.2～0.4	0.5～0.8

## 2 家畜ふん堆肥の利用

### 1) 堆肥の一般的な特徴

- ・牛ふん籾殻堆肥

窒素、リン酸、加里が1～2%程度と少ないが、養分の偏りが少なく肥効がおだやかであるため、土づくり（地力維持）を目的として使用する。副資材として分解しにくい籾殻が使われているので、発酵が進んでいない未熟なものを多量に使用すると、窒素飢餓を招く恐れがある。

- ・豚ふん籾殻堆肥

豚ふん堆肥の肥効は、油かすや魚かす等の有機質肥料と牛ふん・籾殻堆肥のような土づくりの堆肥との中間的な性格がある。窒素要求量が高く地力を消耗しがちな作物に利用するとよい。

- ・鶏ふん堆肥

牛ふん堆肥や豚ふん堆肥に比べ、分解が速く、有機質肥料としての性格が強い。窒素の肥効が、化学肥料の70%程度あることから、追肥として速効性肥料を施用するなどの配慮をすれば、化学肥料に劣らぬ効果を発揮する。

ハウスやトンネル栽培では、よく腐熟していないものや、たとえ良く腐熟したものであっても多量に施すと、ガス害や、濃度障害を発生することがあるので、農作物を作付ける2週間以上前に施用する必要がある。

- ・籾殻堆肥（参考）

家畜ふん堆肥に比べ、窒素、リン酸、加里が少なく、肥料的な効果は期待できないが、土壌中の有機物を増加させ、通気性や透水性を高める効果が高い。発酵の進んでいない未熟なものを多量に施用すると窒素飢餓を招く。

表4 家畜ふん堆肥の成分

種 類	水分 (%)	窒素 (%)	リン酸 (%)	加里 (%)	C/N	
牛ふん・籾殻堆肥	56.1	1.6	1.7	2.1	24.4	
豚ふん・籾殻堆肥	35.3	2.8	5.1	2.0	15.5	
採卵鶏ふん堆肥	27.7	2.2	5.0	3.7	9.8	
参 考	籾殻堆肥	37.7	0.41	0.35	0.24	33.4
	生牛ふん	約 80	2.0～2.5	2.0～2.5	1.5～2.0	15～20
	生豚ふん	約 70	3.0～4.0	5.0～6.0	1.5～2.0	10～15
	生採卵鶏ふん	約 65	5.0～6.0	6.0～7.0	3.0～4.0	6～10

注) 水分は現物当たり、その他は乾物当たり 各堆肥は 南越産平均値

### 3 家畜ふん堆肥を利用する際の留意事項

#### 1) 堆肥の成分と分解特性を知る

肥料取締法の改正により、堆きゅう肥の成分表示（窒素、リン酸、加里、C/N比、原料など）が義務付けられたことから、含まれる成分を知ることができるようになった。しかし、表示成分は、含有する成分の全量であり、必ずしも農作物に利用される成分を表すものではない。同一成分の堆肥であっても、素材や製造方法によって肥効が大きく異なるため、特に注意を払う必要がある。

表5 有機物を土壤に施したときの窒素分解特性

区分	C/N比	主な有機物	肥料的効果	土づくり効果
窒素放出群	10前後	有機質肥料、鶏ふん	+++	+
	10~20	豚ふん	++	++
		通常の堆肥類、牛ふん	+	+++
	20~30	籾殻堆肥	+	++
窒素取り込み群	50~120	稲わら、麦わら	-	+++
	20~140	未熟堆肥	+	++
	200以上	オガクズ	-	++

効果 大：+++ 中：++ 小：+ マイナス：-

有機物の土壤中での分解特性は、炭素率（C/N比）によって異なる。炭素率30以下の有機物は土壤に施用すると窒素を放出し、炭素率30以上の有機物は逆に土壤窒素を奪うため多量に施すと作物の生育不良（窒素飢餓）を招くことがある。なお、籾殻堆肥では、堆肥化の際に添加した窒素が有機化せず無機態窒素のまま含まれている場合があり、見かけ上C/N比が30以下となっている未熟なものがあるので見極めることが重要である。

## 2) 腐熟度が安定したものを選ぶ

腐熟とは地力の維持、増強を目的として有機物（家畜ふん尿、籾殻、稲ワラ等）を農業利用する場合に、あらかじめその有機物を微生物の働きによって、ある到達目標まで分解させることである。この有機物が地力を維持し、作物の生産性を高めるものになった時が腐熟の終了で、いわゆる完熟である。

堆肥は材料や製造期間によって腐熟期間が異なるが、現場で堆肥の腐熟度を確認する目安は表6に示したとおりである。一般的に腐熟が十分に行われる期間は、家畜ふんが主体の堆肥の場合、畜種を問わず2ヶ月程度であるが、副資材が籾殻かオガクズかで大きく異なり、オガクズなどの木質物では6ヶ月程度の腐熟期間が必要である。

表6 現地における腐熟度判定例

項目 \ 配点	2点	5点	10点	15点	20点
色	黄～黄褐色	褐色	黒褐色～黒色		
形状	残る	かなり崩れる	殆ど形がない		
臭気	糞尿臭強い	糞尿臭弱い	堆肥の臭い		
水分(強く握る)	汁が出る	手に付着多	手に付着少		
堆積中の最高温度	50℃以下		50～60℃	60～70℃	70℃以上
堆積期間					
家畜ふんのみ	20日以内		20日～2ヶ月		2ヶ月以上
籾殻との混合物	20日以内		20日～3ヶ月		3ヶ月以上
木質物との混合物	20日以内		20～6ヶ月		6ヶ月以上
切り返し回数	2回以下	3～6回	7回以上		
強制通気			あり		
小計	点	点	点	点	点

合計点数 点 判定 \_\_\_\_\_ (30点以下は未熟、31～80点は中熟、80点以上は完熟)

(堆肥の使い方・作り方より)

堆肥の腐熟度を判定する方法には、他にもいくつかの方法があるが容易な判定方法として、コマツナの発芽試験を図3に示した。これは堆肥と、肥料分を含まない土(育苗培土など)を同量混合し、それをシャーレなどに入れ、灌水してコマツナ種子を25粒播種し25℃で3日間保温し、発芽率や発芽状況で判断するものである。発芽率が80%以上で根や葉に障害がなければ完熟した堆肥と判定される。



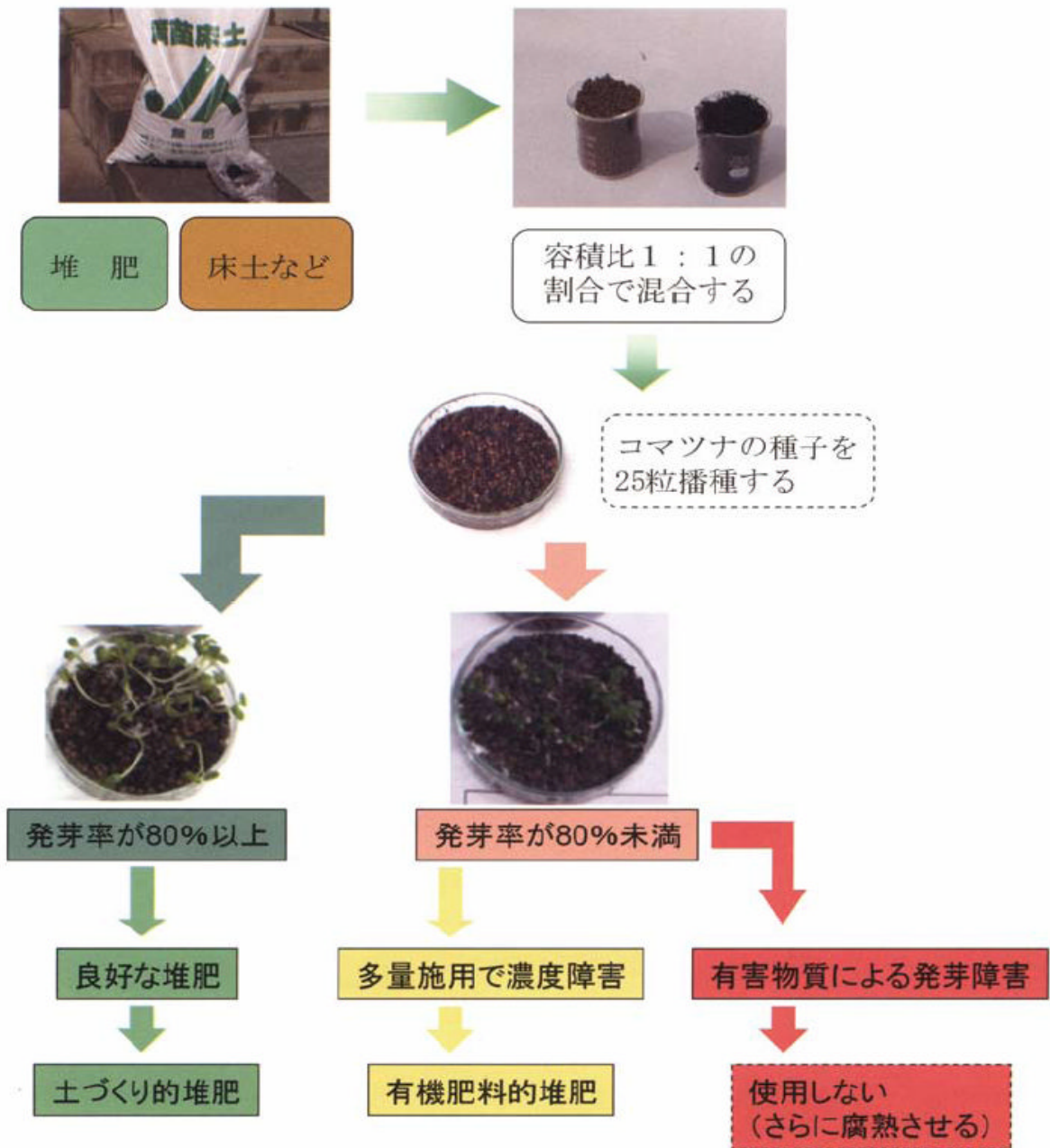


図3 コマツナの発芽試験

## [2] 減化学肥料栽培技術

### 1 化学肥料の使用量を減らすには

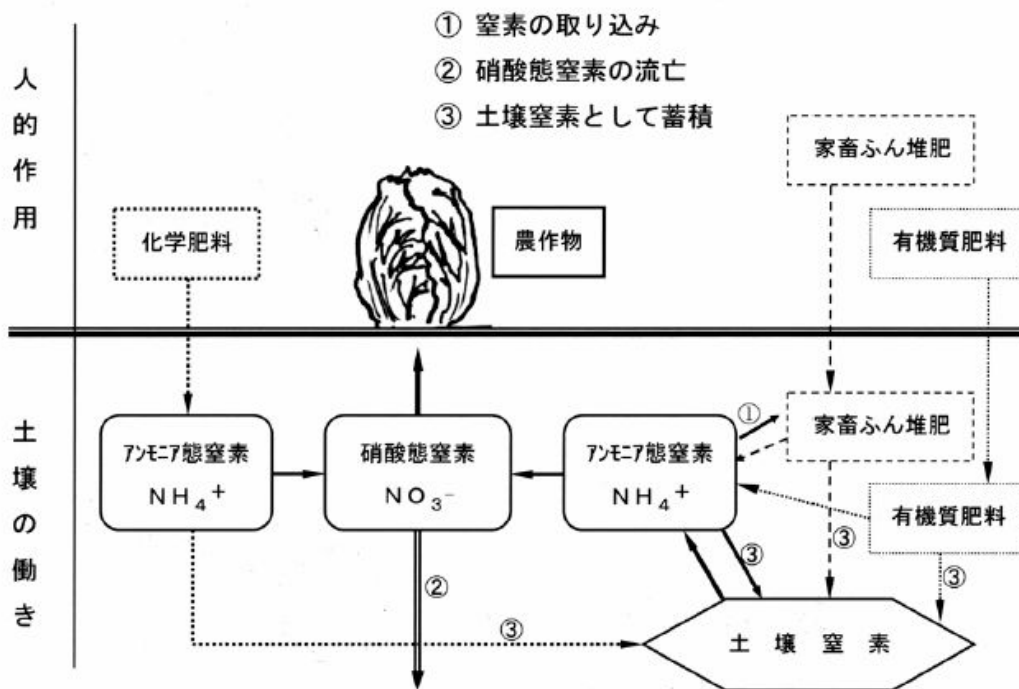


図1 畑地土壌における窒素循環イメージ

化学肥料や有機質肥料、家畜ふん堆肥など施用した窒素は、農作物に吸収される以外に、土壌窒素として土壌中に蓄積したり、硝酸態窒素となって地下に流亡する。



#### 減化学肥料のポイント

- ・ 化学肥料の施肥効率を高め、施用量を減らす。
- ・ 有機質肥料を利用し、化学肥料の施用量を減らす。
- ・ 家畜ふん堆肥等を施用して緩効的な養分供給を高め、化学肥料による基肥の施用量を減らす。

## 2 化学肥料の使用量を減らす方法

### 1) 化学肥料の施肥効率の向上（農作物の肥料利用率を高める）

- ・マルチング（降雨による地下浸透を防ぐ）



写真 1

ナス栽培でのマルチングの様子

- ・被覆肥料（農作物の生育に応じて肥料の溶け出す量をコントロールする）

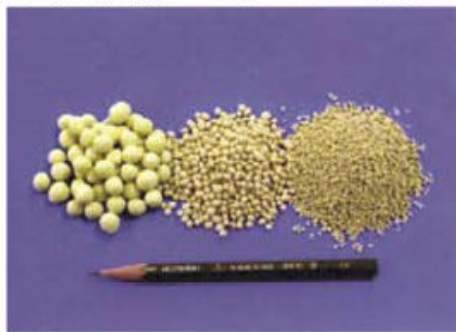


写真 2 被覆肥料

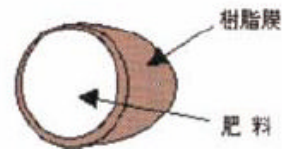


図 1 被覆肥料のつくり

- ・局所施肥（農作物の利用しやすい位置に施肥する）

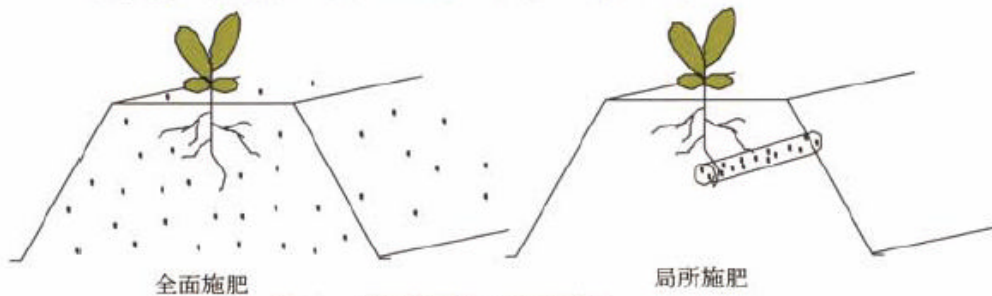


図 2 全面施肥と局所施肥

### 2) 有機質肥料の利用

- ・市販有機質肥料（油かす、魚かす、骨粉など）
- ・自家製有機質肥料（ぼかし肥、米ぬか液肥など）

### 3) 家畜ふん堆肥の利用

- ・有機質肥料的堆肥
- ・土づくり的堆肥

### 3 家畜ふん堆肥の肥料的利用

#### 1) 家畜ふん堆肥の施用量

家畜ふん堆肥を利用するには、農作物が要求する養分の全量を堆肥で置き換えるのではなく、比較的速く効き出す有機質肥料や化学肥料と組み合わせて利用するのが効果的である。一般的な家畜ふん堆肥の施用量は下表のとおりである。

表3 野菜畑における家畜ふん堆肥施用の目安 (t/10a)

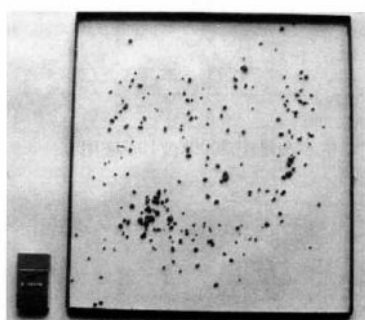
野菜	牛ふん堆肥	豚ふん堆肥	鶏ふん堆肥
少肥型	1~2	1~2	0.4~1
中肥型	1.3~2.5	1.2~2.5	0.6~1.5
多肥型	2~4	1.7~3.5	1~2

少肥型：ジャガイモ、ホウレンソウなど (N、K<sub>2</sub>O 基準量が 20kg/10a 以下の場合)

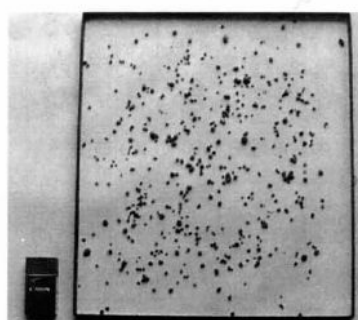
中肥型：キャベツ、トマト、スイカなど (N、K<sub>2</sub>O 基準量が 25kg/10a 以下の場合)

多肥型：ナス、ピーマン、キュウリなど (N、K<sub>2</sub>O 基準量が 30~35kg/10a の場合)

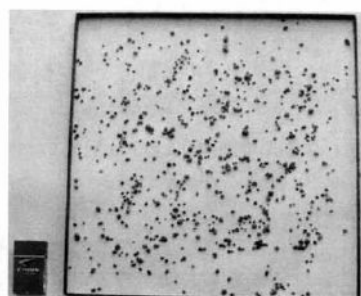
作物の栽培基準では、10a 当たりの堆肥施用量が示されているが、堆肥の販売形態が 2 t ダンプ 1 台でいくらか、あるいは 1 袋当たり 20 リットル、または 15kg など、重さや容積を基にして販売されている場合が多いため、実際に圃場にどれだけの量の堆肥が施用されているかが把握しにくい。そのため実際に堆肥を施用した状態を



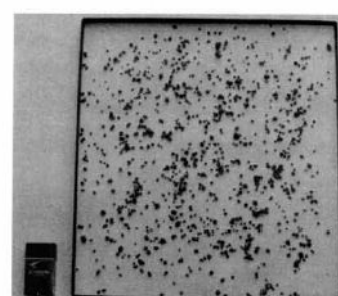
鶏ふん堆肥 100kg/10a 施用



鶏ふん堆肥 200kg/10a 施用



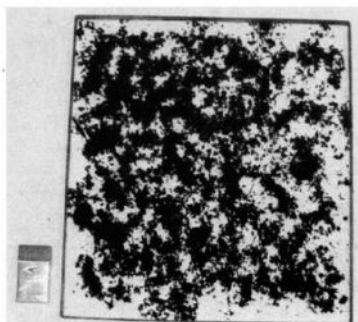
鶏ふん堆肥 300kg/10a 施用



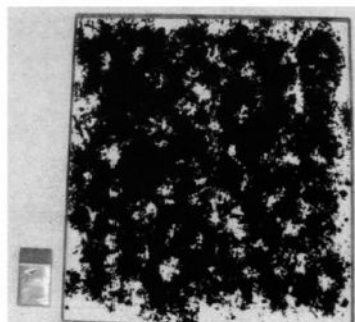
鶏ふん堆肥 400kg/10a 施用

写真9 鶏ふん堆肥施用例

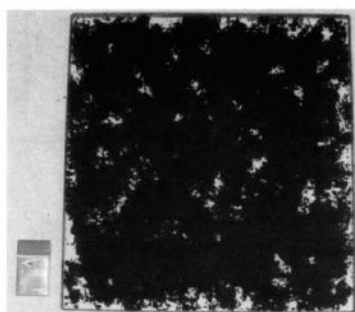
鶏ふん堆肥、水分 44%、副資材なしのものを 10a 当たり 100~400kg 施用した状態を示した。枠の大きさは 50cm×50cm である。



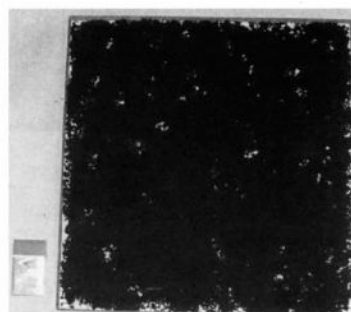
牛ふん堆肥 1000kg/10a 施用



牛ふん堆肥 2000kg/10a 施用



牛ふん堆肥 3000kg/10a 施用



牛ふん堆肥 4000kg/10a 施用

写真 10 牛ふん堆肥施用例

牛ふん堆肥、水分 73%、副資材は籾殻のものを、10a 当たり 1000～4000kg 施用した状態を示した。枠の大きさは 50cm×50cm である。

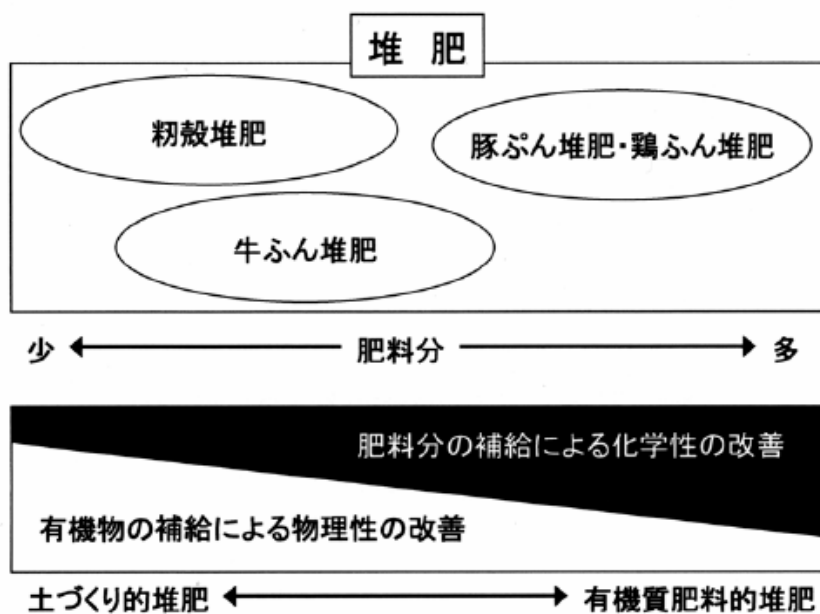


図 3 土づくり的堆肥と有機質肥料的堆肥

2) 施肥設計の考え方

- ① 家畜ふん堆肥は、微生物に分解されてアンモニア態窒素に変化するので、速効性が求められる追肥の代替には向かない。このため、基肥として使用する。
- ② 農作物に利用される家畜ふん堆肥の養分は、作付期間に分解（無機化）する養分の一部であり、未分解の部分は次作または翌年に持ち越される。このため、家畜ふん堆肥の施用量の決定には、家畜ふん堆肥の有効化割合（年分解率）を考慮する必要がある。
- ③ 家畜ふん堆肥の肥効が温度に左右されるため、代替率（何%を家畜ふん窒素で置き換えるか）を高くすると肥効が不安定となる。このため、代替率は基肥として必要な窒素量の50%を限度とし、30%程度にとどめると肥効が安定する。

表4 家畜ふん堆肥の年分解率の目安 (%)

堆肥の種類	窒素	リン酸	加里
牛ふん堆肥	30	60	90
豚ふん堆肥	60	70	90
鶏ふん堆肥	70	70	90

3) 基肥窒素の計算方法

[堆肥施用量 (kg/10a)]

$$= \frac{[\text{基肥窒素施用量 (kg/10a)}] \times [\text{代替率 (\%)}]}{[\text{堆肥現物の窒素含有率 (\%)}] \div [\text{年分解率 (\%)}]}$$

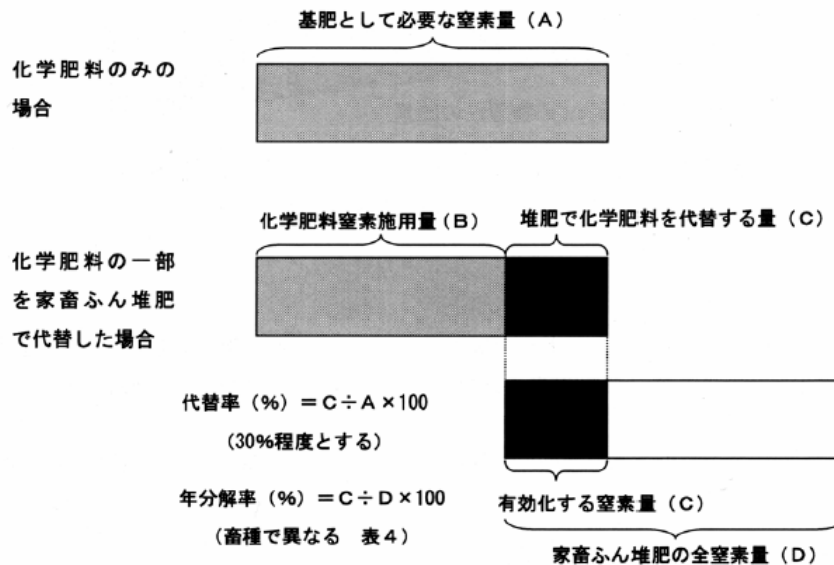


図4 家畜ふん堆肥中の窒素を化学肥料窒素に代替する考え方

【例1 ナス】

- ・基肥として10アール当たり40kgの窒素を施用
- ・代替率を30%に設定
- ・豚ふん堆肥（水分40%、乾物当たり窒素含有率2.0%）を使用

$$\begin{aligned} \text{現物当たり窒素含有率} &= \text{乾物当たり窒素含有率} \times (100 - \text{水分}\%) \div 100 \\ &= 2.0 \times (100 - 40) \div 100 \\ &= 1.2\% \end{aligned}$$

豚ふん堆肥施用量 (kg/10a)

$$\begin{aligned} &= [\text{40kg/10a}] \times [\text{30}\% \div 100] \div [\text{1.2}\% \div 100] \div [\text{60}\% \div 100] = 1,666\text{kg/10a} \\ &\quad \text{基肥窒素} \quad \text{代替率} \quad \text{堆肥の窒素} \quad \text{年分解率} \\ &\quad \text{施用量} \quad \quad \quad \text{含有率} \end{aligned}$$

豚ふん堆肥（現物）を1.7t/10a施用することで、基肥窒素の30%を減量できる。

【例2 初夏どりブロッコリー】

- ・基肥として10アール当たり16kgの窒素を施用
- ・代替率を30%に設定
- ・鶏ふん堆肥（水分20%、乾物当たり窒素含有率2.5%）を使用

$$\begin{aligned} \text{現物当たり窒素含有率} &= \text{乾物当たり窒素含有率} \times (100 - \text{水分}\%) \div 100 \\ &= 2.5 \times (100 - 20) \div 100 \\ &= 2.0\% \end{aligned}$$

鶏ふん堆肥施用量 (kg/10a)

$$\begin{aligned} &= [\text{16kg/10a}] \times [\text{30}\% \div 100] \div [\text{2.0}\% \div 100] \div [\text{70}\% \div 100] = 343\text{kg/10a} \\ &\quad \text{基肥窒素} \quad \text{代替率} \quad \text{堆肥の窒素} \quad \text{年分解率} \\ &\quad \text{施用量} \quad \quad \quad \text{含有率} \end{aligned}$$

鶏ふん堆肥（現物）を340kg/10a施用することで、基肥窒素の30%を減量できる。

#### 4) 次作の施肥設計

先に述べたように、家畜ふん堆肥の未分解の部分は、土壤に残存し次作または翌年に持ち越される。このため、次作の施肥設計においては、土壤診断を行い施肥設計を変更していくことが求められ、これを怠ると養分の過不足が生じ、生育障害を引き起こす原因となる。

特にハウスでは土壤養分の偏りや特定養分の蓄積が生じやすいので、毎年1回は経済連分析センター（各JAを通じて分析依頼、有料）で土壤分析を行い、正確な土壤養分の残存状態を考慮して施肥設計を行うとよい。なお、簡易な土壤残存窒素の診断方法として、電気伝導度（EC）から施肥量を判定することも可能である。

表5 ECの値と施肥窒素量の加減割合

EC (ms/cm)	基肥の施用量
0.3 以下	基準量×1.0
0.3~0.5	基準量×0.7
0.5~1.0	基準量×0.5
1.0~1.5	基準量×0.3
1.5 以上	基肥窒素無施用