

## 第3章

### 家畜ふん堆肥の現状と肥効

### 3-1 堆肥の成分量

家畜ふん堆肥には窒素・リン酸・カリのほか、石灰や苦土、その他の微量成分が含まれている。作物の生育に大きく影響する窒素・リン酸・カリは、畜種別に牛<豚<鶏の順に高いが、これらの成分が肥料的効果を示すのに必要な期間は、成分によって異なるので注意が必要である。

一方で、土づくりに必要な有機物量は、逆に、鶏<豚<牛の順に高い。そのため、施用する目的に合った家畜ふん堆肥を選択することが重要なポイントになる。

#### 1 堆肥の成分量

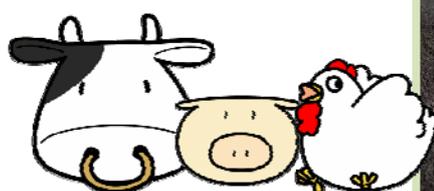
家畜ふん堆肥は、作物の生育に大きく影響する窒素やリン酸、カリを多く含む。主に、岡山県内で流通している家畜ふん堆肥の成分含量は表3-1のとおりである。これらの成分含量は畜種別に平均すると牛<畜種混合<豚<鶏の順に高い傾向がある。しかし、バラツキを示す標準偏差から堆肥センターや畜産農家などの製造所によって、成分含量は大きく異なることがわかる（図3-1）。そのため、袋に表示されている成分含量を確認することが重要である。また、岡山県農林水産総合センターでは近赤外分光光度計等を用いた成分含量の簡易推定手法を開発している（☞巻末の参考資料「家畜ふん堆肥の簡易肥効評価法」を参照）。

表3-1 岡山県内で流通する家畜ふん堆肥の成分含量

畜種	水分 (%)	C/N(比)	窒素 (%)	リン酸 (%)	カリ (%)
牛ふん堆肥 (n=154~158)	51 ± 16	19.3 ± 6.0	1.1 ± 0.5	1.1 ± 0.6	2.1 ± 1.1
畜種混合堆肥 (n=13~14)	44 ± 17	17.3 ± 3.6	1.3 ± 0.5	1.6 ± 0.7	2.3 ± 0.9
豚ふん堆肥 (n=19~23)	27 ± 16	9.2 ± 1.7	2.9 ± 1.0	4.2 ± 2.0	2.3 ± 1.1
鶏ふん (n=63~72)	19 ± 8	8.1 ± 1.3	3.0 ± 0.9	4.9 ± 1.5	3.5 ± 0.7

注)岡山県農林水産総合センターによる分析値

表中数値は現物当たりの平均値±標準偏差



## 2 畜種別成分の特徴

### (1) 牛ふん堆肥・畜種混合堆肥

牛ふん堆肥や畜種混合堆肥は他の畜種に比べて肥料成分は少ないが、成分のバランスでは窒素・リン酸に比べて、相対的にカリ含量が多い特徴がある。特に、堆肥製造時に切り返し回数を多くしている場合に、濃縮されてカリ含量やECが高い場合がある。そのような堆肥を物理性改良のために、施設園芸等で10a当たり2～3t施用すると、カリ過剰や高ECになるので注意する。また、牛ふん堆肥であっても肉牛ふんを主体とするものや、畜種混合堆肥で鶏ふんの割合が高いものには窒素含量が高いものがある。

### (2) 豚ふん堆肥

県内で流通する堆肥は少ない。肥料的效果は牛ふん堆肥と鶏ふんの間的な性質を示す。リン酸や銅含量が高いものがある。

### (3) 鶏ふん（発酵・乾燥）

他の畜種に比べて窒素やリン酸含量が高く、発酵鶏ふんに比べて乾燥鶏ふんで窒素含量は高い傾向にある。窒素含量が高い鶏ふんは、化学肥料の窒素代替として、最も利用しやすい。リン酸や石灰、亜鉛含量が高いものがあるので、過剰に施用すると、これらの成分の蓄積や塩基バランスの悪化をまねくので注意する。

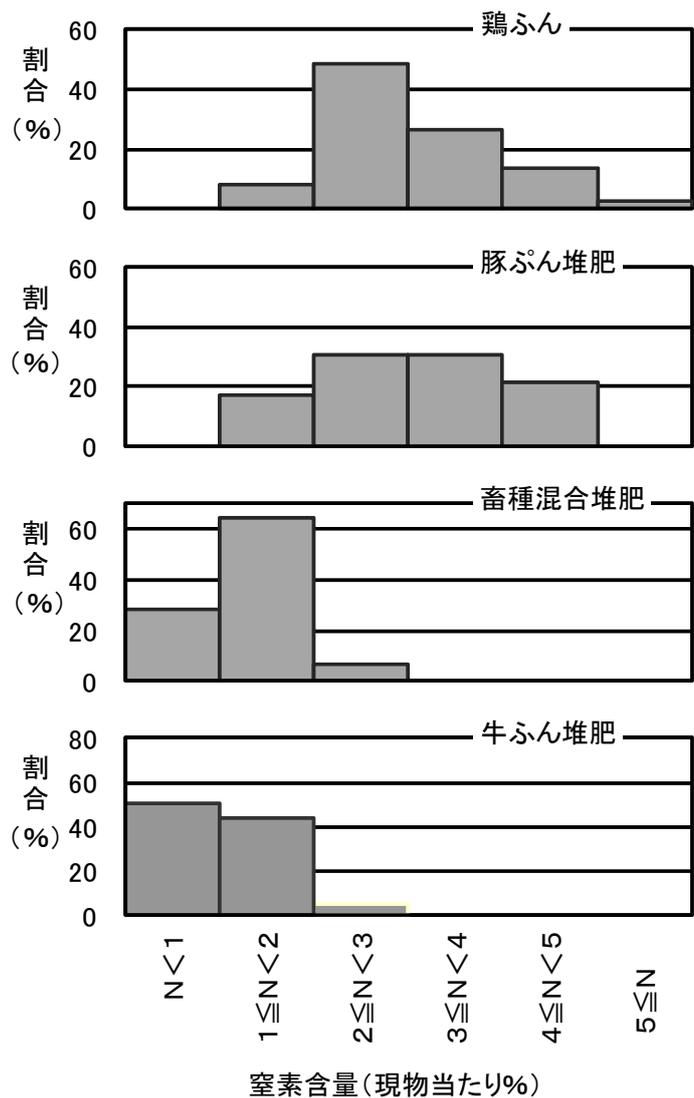


図3-1 窒素含量のヒストグラム  
(岡山県農林水産総合センター)

## 3 成分含量の変動など留意事項

堆肥中の肥料成分含量は、堆肥センターや畜産農家などの製造箇所によって異なるほか、同じ製造箇所でも季節によって変動する。水分含量は夏期に低くなりやすく、冬期に高くなりやすいため、現物当たりの窒素含量もその影響を受ける。堆肥製造箇所を利用する家畜頭数が多いほど、成分含量は安定する傾向が認められる。

### 3-2 窒素の肥効

家畜ふん堆肥に含まれる窒素は、家畜ふんの種類（牛ふん、豚ふん、鶏ふん）、施用時期（春施用、秋施用等）及び栽培条件（湛水条件か畑条件か）が異なることで、様々な肥効（効き方）を示す。したがって、家畜ふん堆肥中の窒素を考慮した施肥を設計するためには、これらの違いを理解する必要がある。また、家畜ふん堆肥の窒素肥効を推定するためには、従来は長期間の培養試験が必要であったが、現在では簡易分析によって窒素肥効を予測することが可能となっている。

#### 1 家畜ふんの種類（畜種）による窒素肥効の違い

家畜ふん堆肥に含まれる窒素の肥効は、畜種の違いだけでなく、副資材の種類及び発酵期間等の違いにより差がみられる。したがって、窒素肥効を期待して堆肥を利用する際には、まずは畜種による窒素肥効の差を理解し、その上で畜種ごとの窒素肥効推定法に基づいて、施肥設計を行うことが望ましい。

##### (1) 畜種間の違い

窒素肥効量が最も多いのは鶏ふんで、最も少ないのは牛ふん堆肥である（図3-2）。10a 当たり 1 t 施用した際の窒素肥効を比較した場合、鶏ふんの窒素肥効量は牛ふん堆肥と比較すると 10 倍量近い差がみられる。豚ふん堆肥は、牛ふん堆肥と鶏ふんの中間の肥効量である。

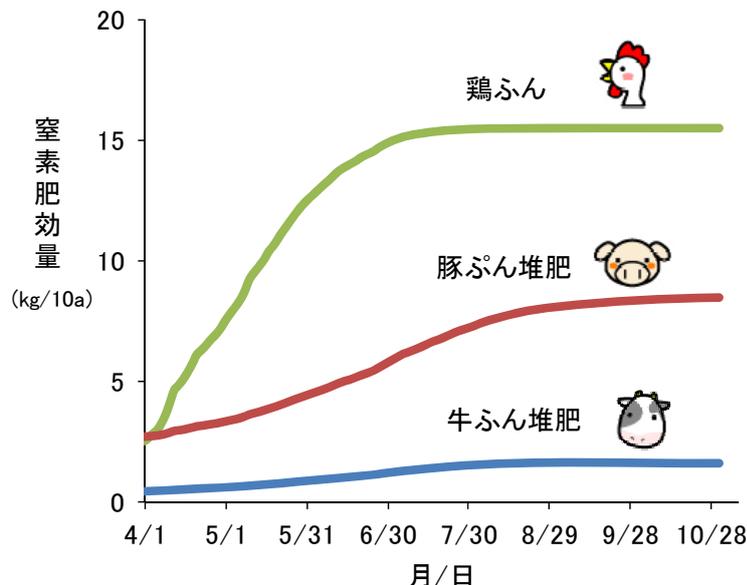


図3-2 畜種の違いが窒素肥効量に及ぼす影響  
(堆肥を水田に 10a 当たり 1t 施用した場合)

注) 県内で流通している牛ふん堆肥 113 点、豚ふん堆肥 12 点、鶏ふん 35 点の平均

## (2) 畜種内の違い

牛ふん堆肥は、窒素肥効がほとんどみられない「遅効型」、窒素肥効が初期に限定される「速効型」及び窒素肥効が作付け期間中にみられる「緩効型」タイプに分類される(図3-3)。ただし、牛ふん堆肥に含まれる窒素の多くは、施用当年に窒素肥効として現れずに、施用後長年にわたってゆっくりと窒素肥効が現れるため、堆肥の連用による窒素肥効の蓄積(連用効果)を考慮する必要がある(☞P.24 コラム⑤「牛ふん堆肥の連用効果について」参照)。

鶏ふんは窒素含量が多いものほど窒素肥効が多く、他の畜種と比べて畜種内での差が大きい(図3-4)。

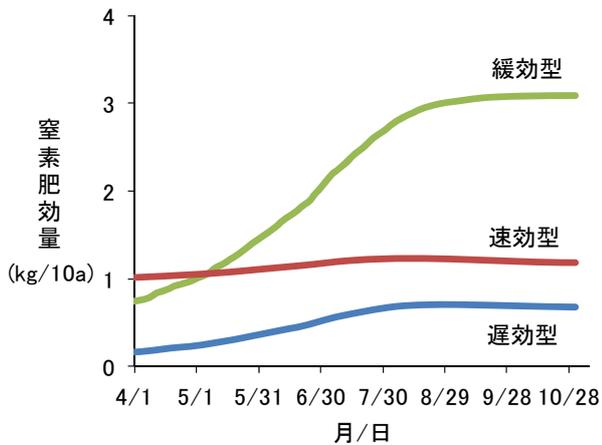


図3-3 牛ふん堆肥の窒素肥効の違い

(水田に牛ふん堆肥 10a 当たり1t施用した場合)

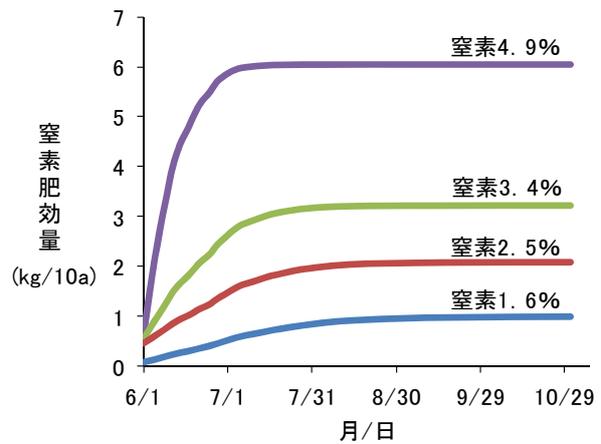


図3-4 鶏ふんの窒素肥効の違い

(水田に鶏ふんを 10a 当たり 200kg 施用した場合)

## 2 施用時期による窒素肥効の違い

堆肥中窒素の肥効には土壌微生物が関与しており、微生物の活動には地温が大きく影響する。したがって、窒素肥効量は、地温が低いと微生物の活動が緩慢になるため少なく、逆に地温が高くなると微生物の活動が活発になるため多くなる(図3-5)。

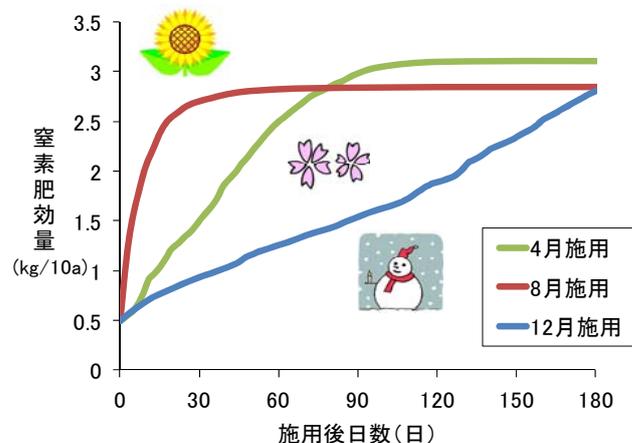


図3-5 施用時期が窒素肥効量に及ぼす影響

(水田に鶏ふんを 10a 当たり 200kg 施用した場合)

### 3 栽培条件による窒素肥効の違い

畑及び水田条件（湛水条件）の違いが窒素肥効量に及ぼす影響については、畜種の違いや施用時期の違いほど大きくはないが、畑条件のほうが水田条件よりも窒素肥効の発現スピードが速い傾向を示す（図3-6）。これは、畑条件下で活動する好気性微生物のほうが、湛水条件下で活動する嫌気性微生物よりも有機物の分解スピードが速いためである。

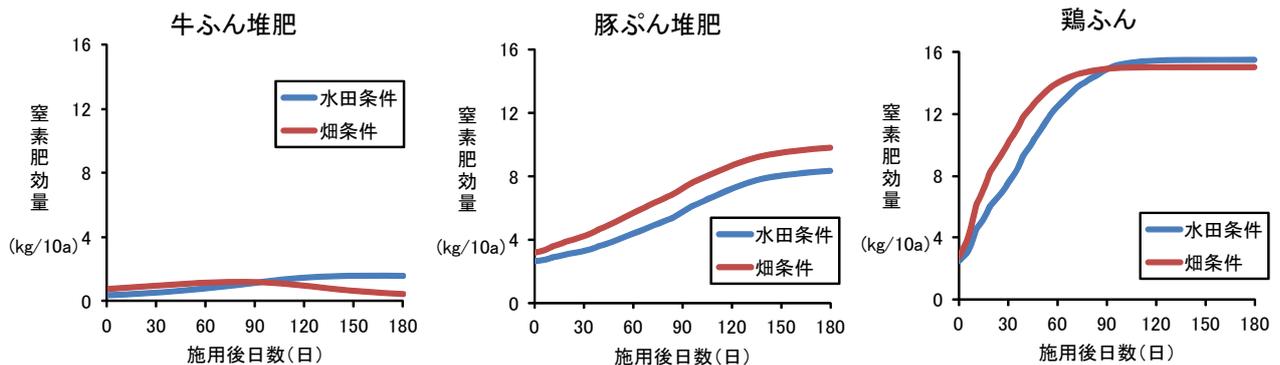


図3-6 栽培条件の違いが窒素肥効量に及ぼす影響  
(10a 当たり1t施用した場合)

### 4 簡易分析値を用いた窒素肥効予測

以上のような、家畜ふんの種類、施用時期、及び栽培条件の違いを考慮した家畜ふん堆肥の窒素肥効量は、家畜ふん堆肥の簡易評価法（巻末の参考資料）に示した堆肥の簡易分析値を用いて、岡山県土壌施肥管理システム（☞第4章）で予測できる。

## 【コラム】⑤ 牛ふん堆肥の連用効果

### 1 牛ふん堆肥の連用効果

牛ふん堆肥中の窒素は、施用当年に作物が利用可能な形態の窒素量は少なく、多くを占める難溶性の窒素は土壌に蓄積され、土壌中に蓄積された窒素は次作以降に徐々に供給される。したがって、連用すると、その年に施用された堆肥から供給される窒素に加えて、前年までに施用された堆肥からも窒素が供給されることになる。このように、牛ふん堆肥では連用を続けると地力が高まり、窒素供給量が増加するいわゆる連用効果が認められる。

このため、牛ふん堆肥を連用する場合には、堆肥の施用当年の肥効と連用による地力の高まりを考慮した施肥設計を行う必要がある。

### 2 堆肥の違いが連用効果に及ぼす影響

堆肥の連用効果の現れ方は、堆肥の種類によって異なる（図1）。モミガラ牛ふん堆肥では連用3年目から窒素供給量が増加する。オガクズ牛ふん堆肥は連用しても、4年では窒素供給量は増加しない。このようにモミガラ牛ふん堆肥は、連用効果が早く発現するのに対して、オガクズ牛ふん堆肥は副資材のオガクズが分解されにくいいため連用効果の発現は遅くなる。

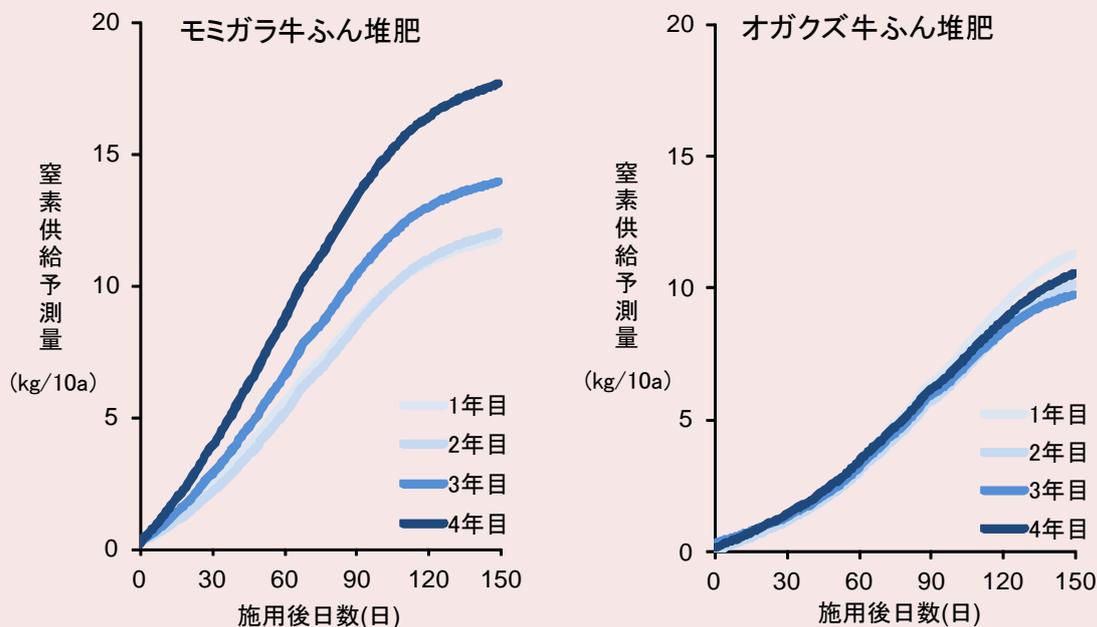


図1 堆肥の違いが連用効果に及ぼす影響(岡山県農林水産総合センター, 2006)

### 3 連用効果の評価法

連用効果を測定した事例が少ないため連用効果を正確に把握することは難しい。現状では、土壌の可給態窒素量の測定結果から連用効果をおおまかに推測している。

### 3-3 リン酸、カリ、石灰、苦土の肥効

家畜ふん堆肥中のリン酸、カリ、石灰、苦土含量は畜種や製品によって異なるが、それぞれの全量はRQフレックスまたは近赤外分光光度計で簡易に測定できる。堆肥中の各成分が化学肥料に比べてどの程度の肥料的効果をもつかは肥効率（☞P.29 コラム⑦「堆肥成分の肥効率」を参照）によって示される。肥効率は全量に占めるク溶性(クエン酸溶解性)画分の割合に相当し、リン酸で90%、カリ及び石灰では100%、苦土では乳牛60%、肉牛90%、その他90~100%である。また、堆肥を施用して作付けまでの期間が長期化した場合でも、堆肥施用後の日数から堆肥に由来する各成分の残存量が推定できる。

#### 1 各成分の肥効率

##### (1) リン酸

リン酸の肥効率は90%程度と推定され、いずれの畜種も共通である。

##### (2) カリ

家畜ふん堆肥に含まれるカリの肥効率は100%と推定され、いずれの畜種も共通である。ただし、ク溶性画分のうち8割程度が水溶性であるため、速効性である反面、過剰施用すると過剰害や土壌の塩基バランスの悪化につながりやすい。

##### (3) 石灰

石灰の肥効率は100%程度と推定される。鶏ふんは石灰を多量に含むため、過剰施用すると土壌のアルカリ化や塩基バランスの悪化をまねきやすい。

##### (4) 苦土

苦土の肥効率は主原料別に乳牛60%、肉牛90%、その他では90~100%と推定され、飼養条件の違いが影響すると考えられる。

表3-2 県内で流通する家畜ふん堆肥のリン酸及び塩基含量と肥効率

畜種	リン酸 (%)	カリ (%)	石灰 (%)	苦土 (%)
牛ふん堆肥 (n=154)	1.1 ± 0.6	2.1 ± 1.1	1.6 ± 1.1	0.6 ± 0.3
畜種混合堆肥 (n=13)	1.6 ± 0.7	2.3 ± 0.9	2.6 ± 1.9	0.7 ± 0.2
豚ふん堆肥 (n=19)	4.2 ± 2.0	2.3 ± 1.1	4.1 ± 2.4	1.3 ± 0.6
鶏ふん (n=63)	4.9 ± 1.5	3.5 ± 0.7	15.8 ± 4.7	1.3 ± 0.4
肥効率 (%)	90	100	100	乳牛60 肉牛90 ほか90~100

注)岡山県農林水産総合センターによる分析値

表中数値は現物当たりの平均値±標準偏差

## 2 堆肥施用後の日数と土壤中の残効

堆肥を施用して直ちに作付けする場合は、表 3-2 に示した肥効率に基づいて施肥設計が可能である。しかし、水田のように稲を収穫後の秋に堆肥を施用する場合は、作付けまでの間に家畜ふん堆肥に含まれるカリやリン酸、苦土が徐々に減少する。施用後日数と堆肥由来成分の残存率は次のとおりである（図 3-7）。

### (1) カリ

カリは堆肥を施用して 30 日の間に 10% 程度が減少する。

### (2) リン酸、苦土

リン酸、苦土は堆肥を施用して 30 日の間に 3% 程度が減少する。

### (3) 石灰

石灰はほとんど減少しない。

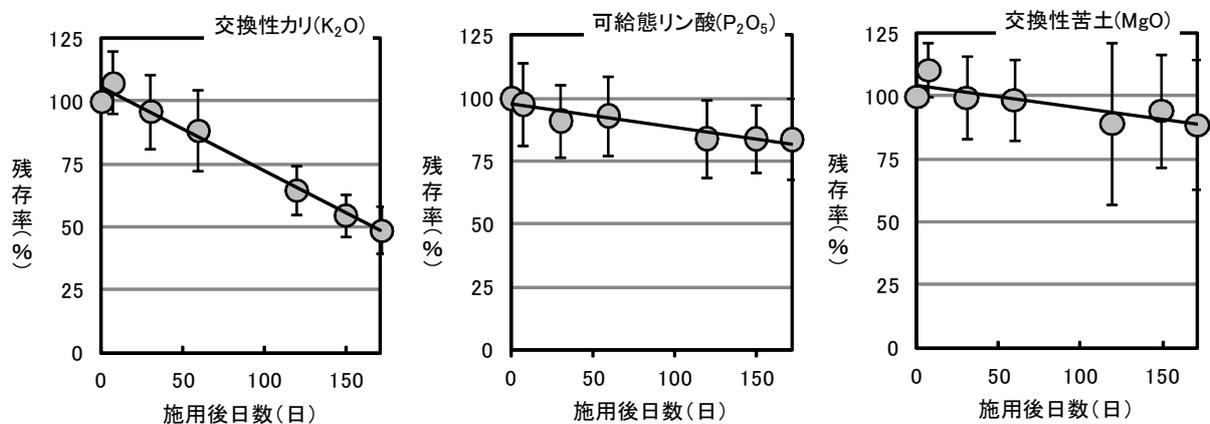


図3-7 堆肥施用で増加した交換性カリ、可給態リン酸及び交換性苦土の施用後日数と残存率の関係(バーは標準偏差)(岡山県農林水産総合センター, 2010)

### 【コラム】⑥ 堆肥で投入される成分量って、どのくらい？

県内で流通する平均的な堆肥を、牛ふん堆肥では 10a 当たり 1 t、鶏ふんでは同 200kg 施用した場合に、投入される肥料成分量は図 1 のとおりである。別項のとおり窒素はすべて効くわけではないが、リン酸や塩基類は上記の割合で肥効を現す。

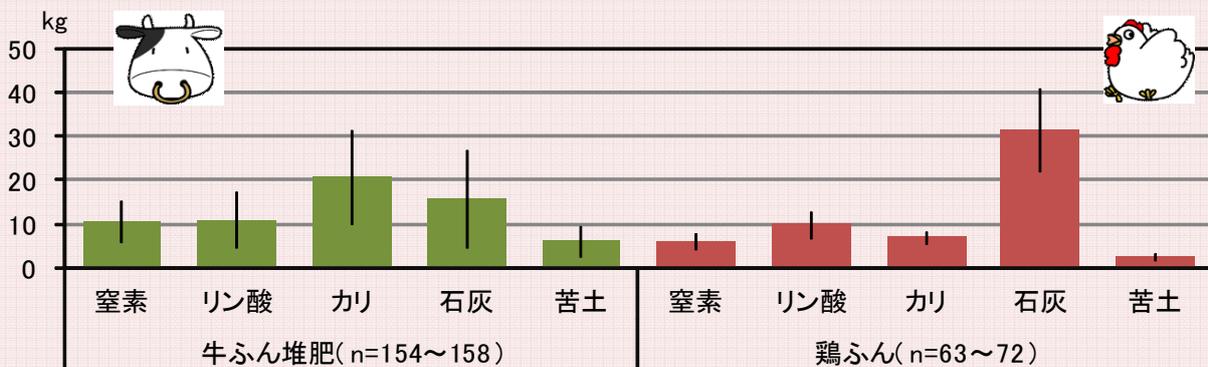


図1 10a当たり牛ふん堆肥1t、鶏ふん200kg施用で投入される成分量(kg)

### 3-4 重金属

家畜ふんを原料にした堆肥には、亜鉛や銅が多く含まれる場合がある。両者とも植物の必須元素ではあるが、土壤中に過剰に蓄積すると有害となる。堆肥中の亜鉛・銅の含有量が一定基準以下の場合には表示義務がなく、その含有量は表示されていないことがほとんどである。ただし、豚ふんや鶏ふんを原料とする堆肥の亜鉛・銅含量は、牛ふんを原料とするものに比べ高いため、過度の施用や連用は控えるのが望ましい。

#### 1 特殊肥料の品質表示基準

堆肥は特殊肥料に分類され、主要成分の含有量を表示する義務がある。ただし、銅含量は現物当たり 300mg/kg 以上、亜鉛含量は現物当たり 900mg/kg 以上含有する場合には限り表示しなければならない。

#### 2 堆肥中の重金属が高くなる要因と堆肥原料別の亜鉛・銅濃度

家畜の成長を促進するため、飼料中に亜鉛や銅が添加されることがあり、一般的に豚ふん堆肥は亜鉛及び銅含量が、鶏ふんは亜鉛含量が高い。図 3-8 に県内で流通する堆肥の原料別の亜鉛及び銅の平均値を示す。

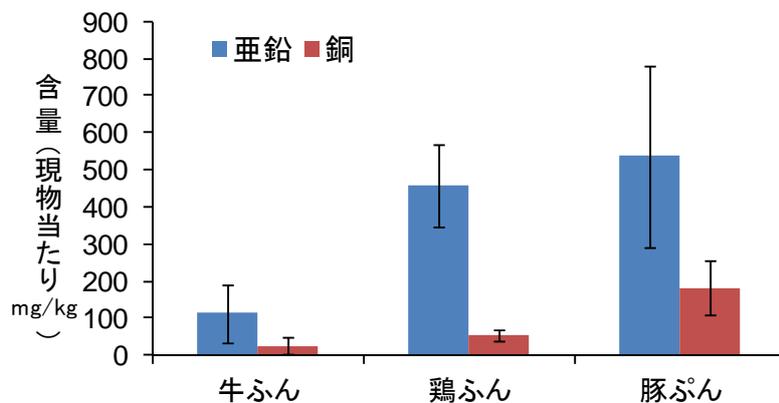


図3-8 堆肥原料と亜鉛・銅含量の関係値(バーは標準偏差)

(岡山県農林水産総合センター)

注)調査数は牛ふん 130、鶏ふん 57、豚ふん 19

#### 3 土壌中の亜鉛・銅の基準値

亜鉛は乾土当たり 120mg/kg が設定されているが、法的な拘束はない。銅は田に限り、乾土当たり 125mg/kg 未満の基準が法律で定められているが、畑では規定されていない。

#### 4 亜鉛・銅の過剰害

土壌中の亜鉛・銅の過剰はそれぞれ単独での過剰害を引き起こす他、両者とも拮抗作用により鉄欠乏を引き起こす危険がある。