



8 獣害対策

(1) シカ

シカによる被害としては、牧草の盗食、牧柵の破壊などが多く報告されている。

シカが出没するのは、人目につきにくい夜間に集中する。もし、日中にもシカを見かけるようであれば、牧草の盗食被害はかなり大きいことを認識する必要がある。

1) 追い払い

牧場などにおける威嚇方法として、「音・光・忌避物質」を用いる方法がある。しかし、導入当初の一時的な効果はあるが、一定期間後には慣れてしまうことが多い。

効果を持続させるためには、場所や方法をこまめに変更したり、複数の刺激を組み合わせたりするなど、シカを刺激に慣れさせない工夫が必要である。

2) 金網フェンス(恒久柵)

シカがくぐり抜けられない目合い(10 cm四方以下)で、飛び越えられない高さ(2~2.5m以上)であれば、シカの侵入を防ぐことができる。しかし、設置費用が非常に高く、金網の劣化、すき間の補修などの維持費用も負担となる。

3) 電気牧柵

電気牧柵は金網フェンスと比べて設置費用は安く、設置作業も比較的簡単なことから利用が多い。シカは跳躍力が高いが電気牧柵は心理柵なので高さ1.5m、4段張りでも十分な効果が期待できる。電気刺激がなくなるとシカの侵入を許してしまうことから、漏電対策としてのこまめな草刈りが必要である。

設置にあたっては、本誌 p 105-107 を参照し、感電防止に十分留意すること。

(2) イノシシ

イノシシによる被害としては、牧草の掘り起こし、牧柵の破壊などが多い。

イノシシは、とても臆病で警戒心が強いことから、畑周辺の林地、耕作放棄地の草刈りを行うことで、イノシシの警戒心を高めることができる。

1) トタン板

トタン板による目隠しは有効で、高さ1.2m程度とする。土を掘り返してミミズや昆虫の摂食することから、基本的には障害物の上を越えるよりも下をくぐり抜ける。よって、トタン板の地際部分を強化し、すき間を作らないように設置する。

2) 金網フェンス(恒久柵)

イノシシの跳躍力は助走なしで1m以上あるので、フェンスは高さ1.5mを確保する。また、地際からの潜り込み対策としては、フェンスを地際に密着させ、外側に50 cm程折り返すことが有効である。

3) 電気牧柵(高さ40~60 cm、20 cm間隔、2~3段)

イノシシやシカが感電するのは鼻先だけで外皮はほとんど電気を通さないことか

ら、イノシシの鼻の高さ（約 20 cm程度）に電線を張るようにする。

（3）サル

サルによる被害としては、配合飼料・牧草の盗食などがあるが、その被害数は、現在のところ野菜等に比して少ないが、今後被害が拡大する可能性がある。

サルは学習能力が高く防除が非常にやっかいなことから、サルの餌場を無くす、追い払うなど、サルにとって魅力を感じない場所づくりを地域全体で行うことが重要である。

1) 追い払い

サルの活動時間帯は、日の出から日没までで夜間は行動しない。サルを見かけたら必ず追い払いを行い、安心させることがないよう、人に対する危険意識を植え付けることが重要である。（大声を出す、石を投げる、パチンコやロケット花火など）

2) 電気牧柵

シカ・イノシシ等用の電気牧柵は、動物が地面に足をつけていることで感電するが、サルはネットや電線に飛びつくので役に立たない。したがって、必ずサル用の電気牧柵を使うこと。

（4）クマ

クマによる被害としては、飼料用トウモロコシの盗食、ラップサイレージを破る、配合飼料の盗食、施設への侵入・破壊などがある。

クマは、よじ登り、乗り越え、下をくぐることから、金網フェンス（恒久柵）の効果はほとんどない。

1) 電気牧柵

手のひらの大きなクマは電気牧柵が効きやすい動物で、高さ約 1m、20 cm間隔、4 段張りで十分な抑止効果がある。

しかし、配合飼料などに一度餌付いてしまうと、執着する性質は強く、電気牧柵の下を掘って侵入するなど対策が困難になる。

（5）その他の対策

1) 放牧

野生の獣は、身を潜める場所がなく、身をさらしながら行動することが苦手なことから、山林と畑の間に放牧地を設けると、そのエリアが見通しの良い緩衝地帯となり、シカ・イノシシ・クマなどの獣が警戒するため、飼料畑への侵入防止効果がある。しかし、放牧すれば必ず獣害がなくなるということはない。

2) 子実型作物から茎葉型作物への転換

子実の食害を受けやすいトウモロコシから、茎葉主体のソルガム・スーダングラスに転換することにより、獣害被害を軽減することが可能である。



9 施肥設計

(1) 施肥の基本

収量目標に応じて良質な飼料作物を安定的かつ持続的に生産するためには、作物が要求する各種の養分を必要な時期に、必要量を省力・低コストで効率的に与えることが重要である。

1) 施肥の目的

飼料作物は地上部全体が収穫されるため、土壌から天然供給される養分量だけでは持続的に多収をあげることはできない。

したがって、施肥の目的は以下のとおりである。

- 不足する養分量を補うこと
- 作物の栄養及び家畜の栄養バランスのとれた良質な飼料作物の生産
- 収量目標に応じて持続的に生産すること

2) 施肥の留意点

土壌診断結果を活用し適正な施肥時期、施肥量、施肥位置及び肥料の形態の選定に心掛け、必要量を大幅に上回るような過剰な施肥を避けることが重要である。

また、堆肥等は養分バランスがとれていないので化学肥料の併用により養分間のバランスを補う必要がある。

3) 飼料作物の必須要素の欠乏・過剰症状

作物の必須元素

【多量必須元素】炭素、酸素、水素、窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、硫黄の9種類

作物による収奪量が多いため、肥料や家畜ふん尿等の施用により補給する必要がある。多量必須元素のうち特に、「窒素、リン、カリウム」は肥料の3要素と呼ばれる。

【微量必須元素】鉄、マンガン、銅、亜鉛、ホウ素、モリブデン、塩素、ニッケルの8種類

微量必須元素は天然供給でまかなえることが多いが、微量元素欠乏が発生しやすい土壌では、土壌 pH の酸性化、アルカリ化、あるいはリン酸過剰などの土壌管理条件が欠乏に関係して作物生育に大きく影響している場合があり、石灰資材やリン酸資材の施用に注意が必要である。

施肥は土壌診断結果や目標収量等を参考にして行うが、生育途上の作物に対する土壌中の必須要素の供給状況を迅速に把握するためには、作物の示す外観症状を活用する。

表1 トウモロコシにおける必須元素の欠乏・過剰症状

必須元素	欠乏症状	過剰症状
窒素	生育が悪くなる。 (葉が小さく、下葉から淡緑～黄色に変化する。) 肥料不足、湿害時に発生しやすい。	葉色が暗緑色となる。生育は旺盛。 硝酸態窒素の蓄積が懸念される。
リン	初期段階で生育不良となる。 葉色は暗緑色または赤紫色を呈する。 低温条件、幼植物時に症状が現れやすい。	
カリウム	下葉の先端から黄化しはじめ、葉縁に広がる。 葉脈にそって暗赤紫色の縞模様が現れる。	カルシウム欠乏に起因する葉縁の切れ込み症状が著しくなる。 マグネシウム濃度も低下しやすく、ミネラルバランスが悪化する。
カルシウム	葉縁の切れ込み症状が現れる。	
マグネシウム	下位葉の葉脈が淡緑化する。 葉に緑色の斑点として、数珠玉模様が現れる。	
硫黄	上位葉から、葉身が淡緑化し、さらに進むと黄色化する。	
鉄	新しい展開葉に現れやすく、葉脈間が淡色化、縞模様化する。	
マンガン	中上葉の葉脈が淡緑化するが、黄色化しない。葉は汚色化し、壊死を生じる。	葉脈あるいは葉脈に沿って黒褐色の斑点を生じる。根が黒褐色を呈する。
銅	若い葉が濃緑色で生育が悪く、次第に黄白化が進む。	新葉が淡色化するなど、鉄欠症状が誘発される。根の伸長が極度に阻害される。
亜鉛	淡黄色の筋が古い葉に現れ、新葉では淡色または白色を呈する。	新葉が淡色化するなど、鉄欠症状が誘発される。
ホウ素	穂先の障害や心腐れが見られる。上葉の葉脈間が黄色化し、茎葉はもろくなる。	下葉の葉脈から白変がはじまり、上葉に広がる。
モリブデン	鞭状葉、葉脈間黄化、黄斑、コップ状葉を呈する。	下葉から黄変する。下葉は葉脈の緑色を残して、葉脈間は黄化する。

4) 施肥資材、施肥量を決定する手順

- ①対象作物の目標収量を得るための肥料成分の必要量の把握
- ②土壌診断による必要養分施用量の把握
- ③堆肥等の施用量の把握による化学肥料の必要量の把握
- ④施肥資材の選択及び施肥量の決定
- ⑤施肥作業法及び施肥時期の決定



(2) 施肥量の決定

1) 目標収量を得るための肥料成分の必要量

栃木県の主要な飼料作物の施肥基準について以下の表に記載した。その他の飼料作物については、作物栽培基準（p10～）もしくは栃木県の農作物施肥基準を参考に施肥量を決定すること。

表2 目標収量における肥料成分の施肥基準（栃木県農作物施肥基準 平成18年）

草種	目標収量 (t/10a)	化学肥料必要量(kg/10a)			備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
イタリアンライグラス	5～6	15	12	25	2番草まで刈取る場合
トウモロコシ	6～6.5	22	20	35	
イネ科牧草	5～6	16	15	30	年間施用量

注) 本表は化学肥料のみで栽培する場合の必要量を示す。堆肥等を用いる場合は、化学肥料の量を低減できる。

2) 土壌診断の基礎

ア 陽イオン交換容量（塩基置換容量：CEC(Cation Exchange Capacity)）

土壌の保肥力の大小を表し、どれだけの陽イオン（Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺等）を保持できるかを示す値。

単位は100g当たりのミリグラム当量（me）で示す。土性や粘土鉱物の種類によってその大小がことなり、一般に砂質土壌で小さく、粘質及び腐食含量の多い土壌は大きい。

表3 畑地土壌のCEC(me)、リン酸吸収係数および仮比重

土壌の種類	CEC	リン酸吸収係数	仮比重
腐植のすこぶる多い黒ボク土	35	2,200	0.60
腐植の多い黒ボク土及び多湿黒ボク土（粘質）	30	1,800	0.65
腐植の多い黒ボク土及び多湿黒ボク土（壤質）	25		
腐植の少ない黒ボク土	20		1,000
細粒質の褐色森林土	15	0.80	
中粗粒の褐色森林土		600	0.85
灰色台地土			0.80
褐色低地土	700		

※土壌の種類は、県の施肥基準等を用いて土壌統名から判断する。

イ 塩基飽和度及び石灰、苦土、カリ飽和度

土壌の CEC に対し、どれくらいの塩基が吸収されているかを示した数値。

(算出法) 塩基飽和度 (%) = 石灰飽和度 + 苦土飽和度 + カリ飽和度

石灰飽和度 (%) = (置換性 CaO (mg) ÷ 28 / CEC (me)) × 100

苦土飽和度 (%) = (置換性 MgO (mg) ÷ 20 / CEC (me)) × 100

カリ飽和度 (%) = (置換性 K₂O (mg) ÷ 47 / CEC (me)) × 100

ウ pH (H₂O)

7.0 以上 : アルカリ性

6.0~6.9 : 酸性は弱い

5.5~5.9 : 酸性は中

5.0~5.4 : 酸性はやや強い

4.5~4.9 : 酸性は強い

4.5 以下 : 酸性は極めて強い

表 4 土壌 pH による影響

土壌 pH	
適正 pH よりも低い (強酸性)	適正 pH よりも高い (アルカリ性)
以下の障害が起こりやすくなる <ul style="list-style-type: none"> ・塩基欠乏による生育障害 ・リン酸の可給度の低下 ・微量元素の不可給化 ・アルミニウムやマンガン過剰の障害 	以下の状態になる。 <ul style="list-style-type: none"> ・鉄、マンガン、ホウ素、銅、亜鉛等の不可給化 ・リン酸の可給性の低下
○石灰・苦土含量の診断結果に基づき石灰質資材を施用する。	○塩基飽和度が基準値よりも低くても石灰質資材は施用しない。

表 5 作物別土壌化学性の診断基準

草種	pH (H ₂ O)	塩基飽和度 (%)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	カリ飽和度 (%)	可給態リン酸 (mg/100g)
イタリアンライグラス、エンバク、ソルゴー	5.5~6.0	45~60	35~45	9~13	2~4	10~30
トウモロコシ、ライムギ、混播牧草、飼料イネ	6.0~6.5	60~75	45~60	11~14	3~4	10~30



表6 CEC及びpH別塩基含量の適正範囲 (mg/100g)

CEC	交換性塩基	pH (H ₂ O)			
		5.0~5.5	5.5~6.0	6.0~6.5	6.5~7.0
15	石灰(CaO)	110~150	150~200	200~250	250~300
	苦土(MgO)	40~50			
	カリ(K ₂ O)	30~40			
20	石灰(CaO)	150~200	200~260	260~330	330~400
	苦土(MgO)	40~50		40~60	50~70
	カリ(K ₂ O)	30~40			
25	石灰(CaO)	180~250	250~320	320~420	420~500
	苦土(MgO)	40~50	50~60	50~70	60~90
	カリ(K ₂ O)	30~40		40~50	
30	石灰(CaO)	210~300	300~380	380~500	500~600
	苦土(MgO)	50~60	50~70	60~80	80~100
	カリ(K ₂ O)	30~40	40~50	40~60	
35	石灰(CaO)	250~350	350~450	450~580	580~700
	苦土(MgO)	50~70	60~90	80~100	90~120
	カリ(K ₂ O)	40~50	40~60	50~70	
40	石灰(CaO)	280~400	400~520	520~660	660~780
	苦土(MgO)	60~80	70~100	90~120	100~150
	カリ(K ₂ O)	40~50	50~60	60~80	

3) 診断項目ごとの改善対策のたてかた

ア 石灰質肥料の補給(酸度矯正、不足分補填)

[酸度矯正]

2)の表5に基づいて、各作物の目標pHまで土壌pHを矯正しておくことが望ましいが、表4のとおり適正pHよりも土壌pHが高ければ石灰質肥料を施用しない。土壌診断に基づいて酸性矯正量を算出するが、苦土炭カルによる酸性矯正の目安量を下記の表7に記載した。

表7 酸性矯正に必要な苦土炭カル目安量 (kg/10a、深さ10cm)

土壌区分	改良pH 現在pH	5.0	5.5	6.0	6.5
		黒ボク土	4.5 5.0 5.5 6.0	100~120	200~240 100~120
灰色低地土	4.5 5.0 5.5 6.0	80~100	160~200 80~100	240~300 160~200 80~100	320~400 240~300 160~200 80~100

(留意事項)

多施肥条件の場合には硝酸態窒素が集積し、交換性塩基が多くても pH が低い場合がある。このときは、石灰飽和度が充足していれば石灰質資材の施用は不要である。

礫の含む土では減肥する。特にかなり多い場合は半減でも良い。

目安として、土色：黒いほど多くする

土性：砂質ほど少なくする

来歴：新墾地ほど多くする。

[不足分補給]

石灰質肥料の施用量は、表 6 の適正範囲の下限值から測定値を差し引いた値（不足石灰量）を以下の表 8 に当てはめることで、各資材の施用量を決定できる。

表 8 石灰質肥料の施用基準例（施用量・現物kg/10a）

資材名	成分含有率 (%)		不足石灰量 (CaO・mg/100g)						
	石灰	苦土	20	40	60	80	100	150	200
苦土炭カル	32	15	60	130	190	250	310	470	620
炭カル	53	—	40	80	110	150	190	280	380
苦土消石灰	45	18	40	90	130	180	220	330	440
消石灰	65	—	30	60	90	120	150	230	310

注 1) 不足石灰量 (mg/100g) = 適正範囲下限値 (mg/100g) - 測定値 (mg/100g)

2) 上記の施用量は土壌仮比重 0.65 で作土約 15 cm (土の重量 100 t / 10 a) を改善するのに必要な量である。

3) 土壌改良のため石灰を含むリン酸質肥料 (ようりん、重焼リンなど) を多量に施用する場合は、リン酸質肥料による石灰施用量を差し引く。

4) 苦土の量が適正範囲以上の場合は、苦土を含有しない肥料を施用する。

5) 土壌仮比重は表 3 を参照

表 8 の資材と成分含有率が異なる場合については、以下の計算法により施用量が算出できる。

○計算法 (10a あたり深さ 15 cm 改良の場合)

$$\text{資材施用量 (kg)} = \text{不足量 (mg/100g)} \times 1.5 \times \text{土壌仮比重} \times 100 \div \text{資材石灰含有率 (\%)}$$

イ 可給態リン酸の補給

土壌改良のためのリン酸質肥料の施用は、原則として有効態リン酸を 10mg 以上にするすることで、地力維持を狙ったものである。

リン酸質肥料の施用量は、適正範囲の下限值から測定値を差し引いた値 (リン酸不足量) を以下の表 9 または表 10 に当てはめることで、各資材の施用量を決定できる。

<リン酸質肥料の使い分け>

- ・pHが基準値以下の場合・・・ようりん(表9を参照)
- ・pHが基準値以上の場合・・・重焼リン、過リン酸石灰(表10を参照)

表9 ようりん(P₂O₅20%)施用例:(現物kg/10a)

リン酸吸収係数	不足リン酸量(P ₂ O ₅ :mg/100g)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,000以上	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
1,500~2,000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
700~1,500	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
500~700	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
500以下	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

表10 重焼リン(P₂O₅35%)施用例:(現物kg/10a)

リン酸吸収係数	不足リン酸量(P ₂ O ₅ :mg/100g)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,000以上	30	70	100	140	170	210	240	270	310	340
1,500~2,000	20	50	70	90	110	140	160	180	210	230
700~1,500	15	30	50	70	90	100	120	140	150	170
500~700	10	20	30	50	60	70	80	90	100	110
500以下	5	10	15	25	30	35	40	45	50	60

- 注 1) 不足リン酸量(mg/100g) = 適正範囲下限値(mg/100g) - 測定値(mg/100g)
 2) 上記の施用量は土壌仮比重0.65で作土約15cm(土の重量100t/10a)を改善するのに必要な量である。
 3) リン酸吸収係数、土壌仮比重は表3参照

用いる資材が、表9および10の資材リン酸含有率と異なる場合については、以下の計算法により施用量が算出できる。

○計算法(10aあたり深さ15cm改良の場合)

$$\text{資材施用量(kg)} = \frac{\text{不足量(mg/100g)} \times \text{可給化係数(表11)} \times 1.5 \times \text{土壌仮比重} \times 100}{\text{資材リン酸含有率(\%)}}$$

表 1 1 リン酸可給化係数

リン酸吸収係数	2,000 以上	1,500~ 2,000	700~1,500	500~700	500 以下
可給化係数	12	8	6	4	2

ウ 苦土の補給

苦土肥料の施用量は表 3 の適正範囲の下限值から測定値を差し引いた値（苦土不足量）を以下の表 1 2 に当てはめることで、各資材の施用量を決定できる。

ただし、石灰質肥料であるようりん（苦土含有量 1.5mg/10 kg）や苦土炭カル（1 mg/10kg）等を施用する際は、その苦土施用量を差し引く。

表 1 2 苦土肥料の施用基準例（現物kg/10a）

資材名	苦土 (%)	不足苦土量 (Mg0・mg/100g)						
		5	10	15	20	30	40	50
苦土炭カル	15%	30	70	100	130	200	270	330
苦土消石灰	18%	30	60	80	110	170	220	280

注 1) 不足量 (mg/100g) = 適正範囲下限値 (mg/100g) - 測定値 (mg/100g)

2) 上記の施用量は土壌仮比重 0.65 で作土約 15 cm（土の重量 100 t / 10 a）を改善するのに必要な量である。

用いる資材と表 1 2 の成分含有率が異なる場合については、以下の計算法により施用量が算出できる。

○計算法（10a あたり深さ 15 cm 改良の場合）

$$\text{資材施用量 (kg)} = \text{不足量 (mg/100g)} \times 1.5 \times \text{土壌仮比重} \times 100 \div \text{資材苦土含有率 (\%)}$$

エ カリ量の検討

カリ肥料の施用量については、表 3 のカリの適正範囲を確認し、

- ・適正範囲以上の場合：表 1 3 に基づきカリを減肥する。
- ・適正範囲内の場合：作物別栽培基準に基づいてカリ施肥を行う。
- ・適正範囲以下の場合：施肥基準に不足分を加えてカリ追肥を行う。ただし、15mg 以上であれば作物の種類を考慮して、若干増肥する程度でよい。

注) 不足量 (mg/100g) = 適正範囲下限値 (mg/100g) - 測定値 (mg/100g)

以下の計算法により不足分のカリ施用量が算出できる。

○計算法

$$\text{資材施用量 (kg)} = \text{不足量 (mg/100g)} \times 1.5 \times \text{土壌仮比重} \times 100 \div \text{資材カリ含有率 (\%)}$$



表 1 3 交換性カリ測定値と pH、CEC から診断した基肥カリの減肥割合

CEC	交換性カリ測定値と pH (H ₂ O) 測定値				カリ施用の対応
	5.0~5.5	5.5~6.0	6.0~6.5	6.5~7.0	
15~20	40mg 以下				施肥基準量施用
	40~80mg				80~50%程度施用
	80mg 以上				20%施用~施用中止
25	40mg 以下		50mg 以下		施肥基準量施用
	40~80mg		50~100mg		80~50%程度施用
	80mg 以上		100mg 以上		20%施用~施用中止
30	40mg 以下	50mg 以下	60mg 以下		施肥基準量施用
	40~80mg	50~100mg	60~120mg		80~50%程度施用
	80mg 以上	100mg 以上	120mg 以上		20%施用~施用中止
35	50mg 以下	60mg 以下	70mg 以下		施肥基準量施用
	50~100mg	60~120mg	70~140mg		80~50%程度施用
	100mg 以上	120mg 以上	140mg 以上		20%施用~施用中止
40	50mg 以下	60mg 以下	80mg 以下		施肥基準量施用
	50~100mg	60~120mg	80~160mg		80~50%程度施用
	100mg 以上	120mg 以上	160mg 以上		20%施用~施用中止

オ 窒素の減肥量

硝酸態窒素を測定し、表 1 4 から基肥窒素から減肥できる量を算出する。

表 1 4 土壌中残存硝酸態窒素濃度から計算される基肥窒素の減肥量 (kg/10a)

土壌	硝酸態窒素濃度 (mg/100 g)											
	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
黒ボク土	0.0	0.0	0.0	0.9	1.8	2.8	4.8	6.7	8.7	10.6	12.6	14.5
灰色低地土	0.0	0.4	1.8	3.1	4.5	5.8	8.5	11.2	13.9	16.6	19.3	22.0

- 注 1) この減肥量は土壌仮比重 0.65 (黒ボク土)、0.9 (灰色低地土) で、作土約 15 cm で計算した。
- 2) 施肥基準量設定の前提となる「あらかじめ施設土壌に存在する無機態窒素量を 5 kg/10a」として計算した。
- 3) 減肥量が基肥量を超える場合、窒素施肥無しで栽培する。

4) 土壌診断からの施肥設計例

<土壌診断結果(例)>

作付作物		飼料用トウモロコシ			
土壌の種類		黒ボク土			
CEC	25 meq/100g	仮比重	0.65	リン酸吸収係数	1,800
	分析項目	分析値	単位	基準値	程度
一般項目	pH(H ₂ O)	5.5		6.0~6.5	低い
	EC	0.25			
	交換性石灰	173	mg/100g	320~420	低い
	交換性苦土	18	mg/100g	50~70	低い
	交換性カリ	29	mg/100g	40~50	低い
	塩基飽和度	31	%	60~75	低い
	石灰苦土比	6.9	当量比	2.5~6	やや高い
	苦土カリ比	1.5	当量比	2以上	低い
	可給態リン酸	13	mg/100g	10~30	適正
	硝酸態窒素	2.5	mg/100g		

<改善ポイント>

① pHの矯正と交換性石灰の補給

pHは基準値よりも低く、交換性石灰も基準値よりも大幅に下回っているため、石灰質肥料を補給する。

そこで、表6のpH6.0~6.5を見ると石灰の適正範囲は320~420であるため、

○不足石灰量： $147 \text{ mg/100g} = 320 \text{ (適正範囲下限値)} - 173 \text{ (測定値)}$

この不足石灰量を施用するため、苦土石灰を用いる場合、以下の計算となる。

○苦土炭カル量： $448 \text{ kg/10a} = 147 \text{ (不足量)} \times 1.5 \text{ (作土)} \times 0.65 \text{ (仮比重)}$
 $\times 100 \div 32 \text{ (苦土炭カル中石灰含有率)}$

② 塩基類の改良

塩基飽和度が基準値よりも低く、交換性陽イオン類も基準値よりも下回っているため補給する。

苦土において、以下のとおり不足量と①で施用する予定の苦土炭カル中の苦土量を確認すると、不足分を補うことができたため、さらなる苦土資材の投入は不要となる。

○不足苦土量： $32 \text{ mg/100g} = 50 \text{ (適正範囲下限値)} - 18 \text{ (測定値)}$

○苦土炭カル中苦土量： $67 \text{ kg/10a} = 448 \text{ (施用する苦土炭カル量)} \times 15 \div 100$



また、交換性カリは、表 6 を見ると適正範囲以下であるため不足分を加えて追肥を行うことも可能であるが、15mg/100g 以上カリが存在するので、施肥基準どおりに施肥する。

③ 可給態リン酸の補給

可給態リン酸は基準値内であるため、ようりん等で補給する必要はない。

④ 窒素施肥

硝酸態窒素は土壌中に 2.5mg/100g 存在しているが、表 1 4 を見ると窒素施肥量を減肥することはできないため、施肥基準どおりに施肥する。

<施肥量>ポイントを踏まえて

土壌改良として	苦土炭カル	448	kg/10a	①②
	ようりん	0	kg/10a	③
栽培する上で必要となる肥料成分として	(施肥基準値)			
	窒素	22	kg/10a	
	リン酸	20	kg/10a	
※堆肥を施用する場合 (p 87 参照) おがくず混合牛ふん堆肥 4 t 散布時	カリウム	35	kg/10a	
	窒素	19	kg/10a	
	リン酸	4	kg/10a	
	カリウム	2	kg/10a	

(3) 家畜ふん尿の処理と利用

1) 家畜ふん尿の排せつ量

区分		飼養頭羽数 (頭羽)	ふん		尿		計	
			原単位 kg/日頭羽	排せつ量 年間(千t)	原単位 kg/日頭羽	排せつ量 年間(千t)	年間 (千t)	割合 (%)
乳用牛	搾乳牛	33,600	45.5	558	13.4	164	722	25.6
	乾乳牛・未経産	7,280	29.7	79	6.1	16	95	3.4
	2才未満	12,000	17.9	78	6.7	29	108	3.8
	計	52,880		715		210	925	32.8
肉用牛	2才未満	25,000	17.8	162	6.5	59	222	7.9
	2才以上	17,400	20.0	127	6.7	43	170	6.0
	乳用種	45,500	18.0	299	7.2	120	419	14.8
	計	87,900		588		221	810	28.7
豚	6カ月未満	351,100	2.1	269	3.8	487	756	26.8
	6カ月以上	42,040	3.3	51	7.0	107	158	5.6
	計	393,140		320		594	914	32.4
採卵鶏	6カ月未満	980,000	0.059	21	-	-	21	0.7
	6カ月以上	2,989,000	0.136	148	-	-	148	5.3
	計	3,969,000		169	-	-	169	6.0
ブロイラー		x	0.130	0	-	-	0	0.0
合計				1,793		1,026	2,819	100

※1 飼養頭羽数は、畜産統計（平成26年2月1日現在）参照

※2 原単位は農研センター公表（1997年）のものを使用。

2) 家畜排せつ物の成分含有率

		乾物率	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	T-C	C/N
牛	生ふん	19.9	2.19	1.78	1.76	1.70	0.83	34.6	15.8
	生尿	0.70	27.10	tr	88.60	1.43	1.43	-	-
豚	生ふん	30.6	3.61	5.54	1.49	4.11	1.56	41.3	11.4
	生尿	2.00	32.50						
鶏	生ふん	36.3	6.18	5.19	3.10	10.98	1.44	34.7	5.6

注) tr:定量できないが検出するもの

(家畜ふん尿処理研究会 1983)

3) 堆肥化の目的

家畜排せつ物をそのままほ場に施用すると、土壌中微生物の活動が急速に活発になるため、病原菌の増殖を助長する原因となる。また、おがくずなどの副資材に含まれるフェノール酸などの有害成分が、微生物に分解されずに施用されるため、作物の生育を阻害する原因となる。こうした支障をなくすることが、堆肥化の目的である。

4) 堆肥の施用効果

ア 植物養分の供給

(ア) 家畜ふん堆肥には、窒素・リン酸・カリ・カルシウム・マグネシウムなどの多量要素、さらに鉄・銅・亜鉛・マンガン・ホウ素などの微量元素が含まれている。また、稲わらや糞がらを副資材として用いた堆肥では、とくにケイ酸の含有率が高いため、土壌中でこれら植物養分の供給源となる。

(イ) 堆肥を連年施用することによってその効果は土壌中に累積し、堆肥中の有機物は土壌中でゆっくり分解されて、養分を徐々に放出する（緩効性）。



イ 土壌の理化学性の改善

- (ア) 土壌の腐植含量を増加させ、可給態窒素が増加する。畑地土壌においては、硝酸化成菌が増殖するため硝酸化成能が著しく増大する。
- (イ) 火山灰土壌ではリン酸吸収係数が低下して、有効態リン酸を増加させる。
- (ウ) 土壌の陽イオン交換容量（CEC）が増大するため、交換性のカリウム、カルシウム、マグネシウムなどが保持され塩基飽和度も増大する。
- (エ) 土壌の緩衝作用を増大させ、酸性化やアルカリ化を抑制する。
- (オ) 土壌の団粒化が進むため、連水性や保水性並びに通気性などの物理性が改善され、過湿、過乾による生産阻害が回避されるとともに、粘着性、可塑性が減少し耕耘が容易になる。

ウ 土壌の生物性の改善

- (ア) 施用された堆肥は土壌中微生物の栄養源となり、微生物群の活性が高まることにより、施用有機物だけでなく土壌中に蓄積されていた有機物の分解も促進され、窒素をはじめ多くの養分が放出される。
- (イ) 土壌の生物的緩衝能を増大させ、作物の生育を阻害する病害菌に対して活性を抑制し、土壌病害の発生が軽減される。

5) 堆肥の過剰施用の影響

家畜ふん尿には多くの有機・無機成分が含まれ、多種多様な施用効果を持っているが、適正に施用しなければ、ふん尿に多量に含まれる窒素やカリウムの過剰施用等の影響により以下のような様々な障害を来す恐れがある。

ア 作物の品質に及ぼす影響

- (ア) 生育障害（発芽不良、過繁茂、倒伏、成熟の遅延、稔実不良、病害虫等）
- (イ) 乾物率低下による収量減
- (ウ) 飼料の品質低下（サイレージ発酵品質低下等）

イ 家畜への影響

- Ⅲ 3. 飼料給与と各種疾病（3）（p142）を参照。

6) 堆肥の施用基準

ア 堆肥の施用について

環境保全型農業の推進のために、堆肥に含まれる肥料成分を適切に評価し、施肥設計に組み入れることで過剰施肥を防止する。しかし、堆肥の種類や副資材の量や質等により、肥料効果が異なるので注意する。

施肥基準は、作物が健全に生育するために必要な窒素 (N)、リン酸 (P_2O_5)、カリ (K_2O) の量である。この基準量から堆肥に含まれる有効成分量を差し引いた量を堆肥量とする。

イ 堆肥の肥料成分例

種類 (畜種)	水分 (%)	全 炭素 (%)	全 窒素 (%)	C/N 比	リン酸 (%)	カリ (%)	石灰 (%)	苦土 (%)
家畜ふん堆肥 ・副資材なし								
(牛ふん)	50	34.9	2.2	16.7	2.9	2.9	4.2	1.3
(豚ふん)	36	35.0	3.7	9.9	6.3	3.0	5.9	3.3
(鶏ふん・採卵鶏)	20	27.9	3.5	8.4	7.3	3.9	15.8	2.2
オガクズ混合堆肥								
(牛ふん)	62	38.4	1.8	22.0	2.1	2.4	2.8	1.0
(豚ふん)	54	38.3	2.3	17.2	3.7	1.8	3.3	1.1
(鶏ふん・採卵鶏)	52	34.0	1.9	20.0	4.1	2.2	9.2	1.0
もみがら混合堆肥								
(牛ふん)	59	31.4	2.1	18.9	3.8	2.4	3.6	1.1
(豚ふん)	44	36.1	2.4	15.8	4.0	1.4	4.0	1.2
稲わら混合堆肥 (牛ふん)	77	36.1	2.2	16.7	2.1	2.3	2.4	1.0
稲わら堆肥	75	28.0	1.6	18.0	0.8	1.8	2.0	0.6
バーク堆肥	60	40.1	1.7	30.0	0.8	0.4	-	-
落ち葉堆肥	75	50.1	2.8	17.9	0.5	1.0	-	-
稲わら (現物)	25	40.0	0.6	66.0	0.2	2.2	0.6	0.1
もみがら (現物)	12	33.0	0.4	80.0	0.2	0.3	0.1	-
乾燥家畜ふん								
(牛ふん)	84	41	1.8	23	2.7	0.7	3.7	1.5
(豚ふん)	81	42	3.9	11	4.8	0.4	4.9	1.6
(鶏ふん・採卵鶏)	78	42	4.6	9	8.6	3.1	10.9	1.6
(鶏ふん・ブロイラー)	40	39	3.5	11	4.5	3.0	1.6	0.8

単位：水分は現物%、他は乾物% (栃木県農作物施肥基準)



ウ 堆肥の肥効率

肥効率とは、堆肥に含まれる成分中の化学肥料と同等の肥料効果が見込まれる割合である。

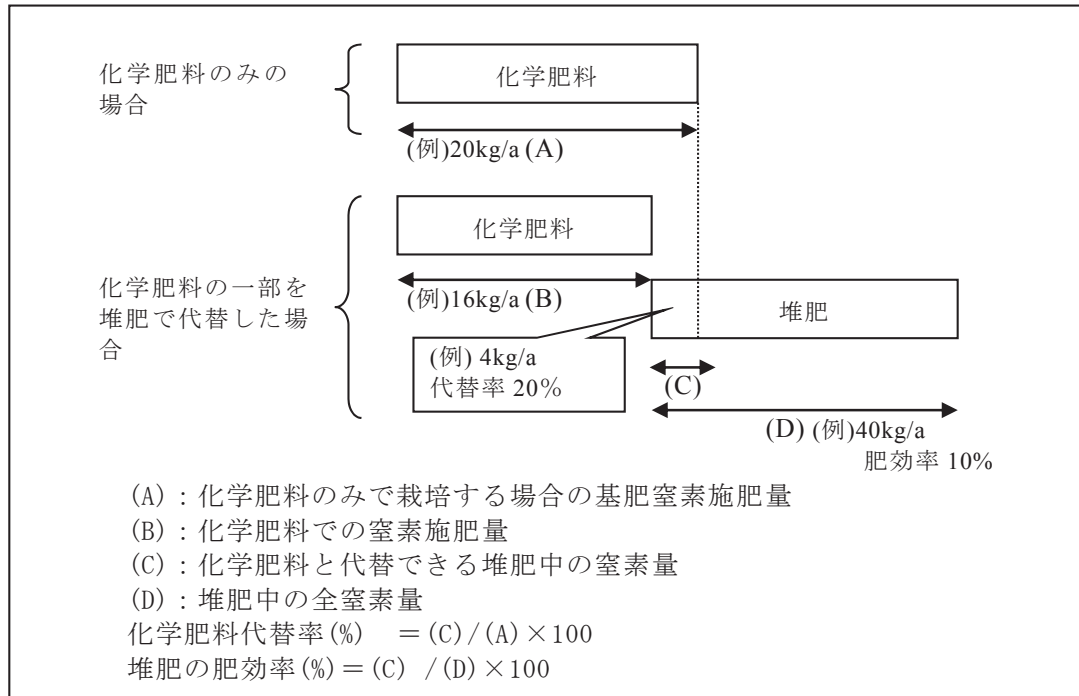
堆肥の種類	畜種	肥効率 (%)		
		窒素	リン酸	カリ
家畜ふん堆肥	牛ふん	20~30	60	90
	豚ふん	50	70	90
	鶏ふん	40~90	70	90
おがくず混合堆肥	牛ふん	10	50	90
	豚ふん	30~50	60	90
	鶏ふん	30	60	90
もみがら混合堆肥	牛ふん	30	60	90
	豚ふん	50	60	90
稲わら混合堆肥	牛ふん	30	60	90
稲わら堆肥	-	30	50	90
パーク堆肥	-	0	50	90

栃木農試 (暫定値)

エ 化学肥料代替率の考え方

化学肥料代替率とは、基肥施用量のうち、化学肥料と代替できる堆肥中に含まれる肥料成分量の割合である。

堆肥中の窒素の化学肥料代替率と肥効率



注) 基肥窒素の堆肥による化学肥料代替率は 30% を限度として設定する。

その理由は、堆肥中窒素の肥効は、温度（地温）に左右されるため、代替率を高くすると肥効が不安定になり易いことと、ほ場に投入される全窒素は、代替率を高く設定するほど多くなってしまい、環境への窒素負荷が増すことの 2 点である。

なお、窒素以外の肥料成分（リン酸、カリ、石灰、苦土）については、農作物への影響が窒素ほど大きくないので代替率は100%まで設定できる。

オ 飼料作物の施肥量

単位:t/10a

草 種	予想収量 (生草重)	牛		豚	鶏
		堆肥	スラリー	堆肥	乾燥ふん
牧草					
イネ科草地	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
混播草地	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
トウモロコシ	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
イタリアンライグラス	4~5	3	4~5	2	0.5

(草地管理指標 H13)

飼料ぞ～さん コラム その3

良質堆肥の生産法（上手な堆肥化発酵処理）

1. 通気性の確保（比重＝容積重の調整）

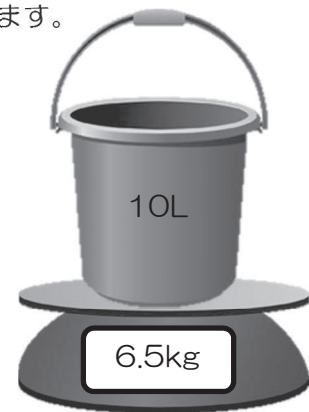
家畜ふんを適正な比重（容積重）にすることにより、通気性が確保され、堆肥化発酵が開始します。家畜ふんから良質な堆肥を生産するためには、良好な通気性の確保が重要です。

良好な通気性にするためには、家畜ふんとオガなどの副資材を混合し、**比重（容積重）を0.7（容積重700kg/m³）以下**にする必要があります。

2. 家畜ふんの比重0.7（容積重700kg/m³）以下の確認方法

【準備するもの】

- ①家畜ふんと副資材の混合物
- ②10L バケツ
- ③10kg 以上測定可能な計り



【方法】

- ①10L のバケツに、比重を確認したい家畜ふんと副資材の混合物をすり切り一杯入れます。このとき、上から押さえて詰め込んではいけません。
- ②その重量を量ります。この重さからバケツの重量を差し引き、**6.5kg 以下**になっていたら比重は0.7（容積重700kg/m³）以下となります。
- ③6.5kg 以上であれば、さらに副資材を追加し家畜ふんと再び混合し、6.5kg 以下になるまで行う。



カ 基肥施肥量の計算例（オガクズ混合堆肥（牛ふん）施用、トウモロコシ栽培）
 堆肥中成分：水分 62%、全窒素 1.8%乾物中、リン酸 2.1%乾物中、カリ 2.4%乾物中（6）イの表）を用いて計算した。

【Step1】 乾物率の計算

肥料成分の計算は、原物中濃度で計算するので、分析値が乾物当たりになっている場合は、まず、次の式から乾物率を計算する。

（計算例） $\text{乾物率}\% = 100 - 62 \text{（水分}\%） = 38\%$

【Step2】 堆肥 4 t 散布時の基肥（化学肥料）施用量の算出

	項目	計算方法	全窒素	リン酸	カリ
(A)	乾物中濃度(%)	分析値が原物表示の場合は、下の行(B)にそのまま記入	1.8	2.1	2.4
(B)	原物中濃度(%)	(A) × 乾物率【Step1】 ÷ 100	0.68	0.80	0.91
(C)	堆肥 1t 中の量(kg)	1000kg × (B) ÷ 100 = (B) × 10	6.8	8.0	9.1
(D)	肥効率(%)	6) ウを参照	10	50	90
(E)	1t 施用した場合の 化学肥料相当量(kg)	(C) × (D) ÷ 100	0.7	4.0	8.2
(F)	化学肥料減肥量 (kg/10a)	(E) × 堆肥施用量(t) ※1	2.8	16	32.8
(G)	施肥基準(kg/10a)	県の施肥基準から※2	22	20	35
(H)	化成肥料代替率(%)	(F) ÷ (G) × 100	12.7	(窒素の代替率は 30% が限度なので、超過し ないことを確認する)	
(I)	基肥（化学肥料） 施用量(kg/10a)	(G) - (F)	19.2	4.0	2.2

※1 6) オの表を参照（計算例は堆肥 4t 施用）

※2 (2) 1) 表 2 トウモロコシを参照

7) 堆肥の品質について

堆肥の品質を考える上で大切なポイントは、「重金属・塩類」「腐熟度」「ニーズ」の3点である。これは、堆肥の品質査定の視点として考えると、それぞれ「安全性」「ハンドリング」「有効性」に言い換えられる。

ア 安全性

安全とは、取り扱う人間、作物、土壌などの環境のそれぞれに対する安全性である。アンモニアなど生物に毒性があり、悪臭公害となる物質、サルモネラ菌などの病原性微生物、急激な分解により作物に障害をもたらす易分解有機物、木質系副資材に含まれる生育阻害物質、さらに害虫の卵や雑草の種子等については、適正で十分な堆肥化処理を行えば安全性を向上することができる。

しかし、重金属や塩類（過剰に存在すると作物や土壌に悪影響を及ぼす可能性有り）はもともと原料中にあり腐熟が進むほど有機物の分解により相対的に濃度は上昇するため、堆肥化だけでは解決できない。また、EC（電気伝導度）も堆肥の品質を表す重要な指標であるが同様に解決が難しい。

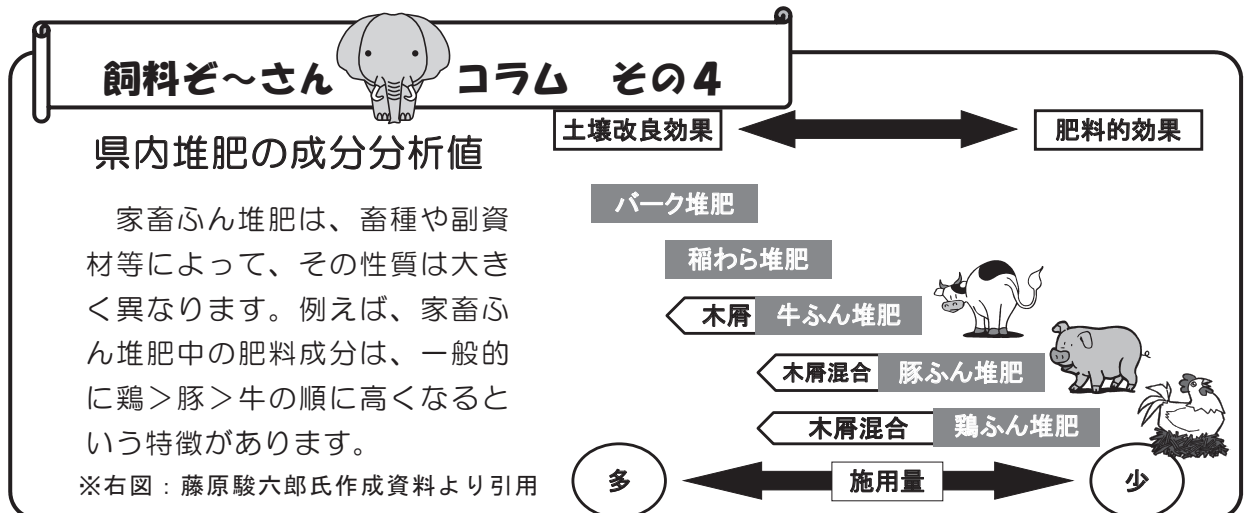
イ ハンドリング

堆肥の品質を示す指標として、水分、pH、硝酸態窒素量（アンモニア態窒素量と硝酸化成率も含む）、C/N比、臭気や形状・触感などがあるが、これらは全て腐熟度の進行に比して向上する。低水分で低アンモニア（低臭気）、形状も均質な堆肥は、取扱性（ハンドリング）もよい。つまり、堆肥の品質向上策としてまず重要なのは十分に腐熟、即ち好気発酵による堆肥化を行うことである。

ウ ニーズ

利用者の要望に応え、一手間加えた堆肥を製造している生産者もいるが、多数は細かいニーズに対応した堆肥を生産することはほぼ不可能に近い現状にある。

重要なことは努力によって改善が可能な部分、すなわち適正な堆肥化処理を励行するとともに、堆肥の生産者は成分だけでなく安全性や問題点も明示し、利用者はそれを正しく認識して利用することが大切である。

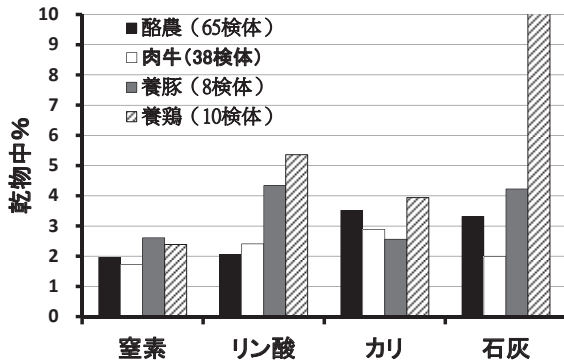




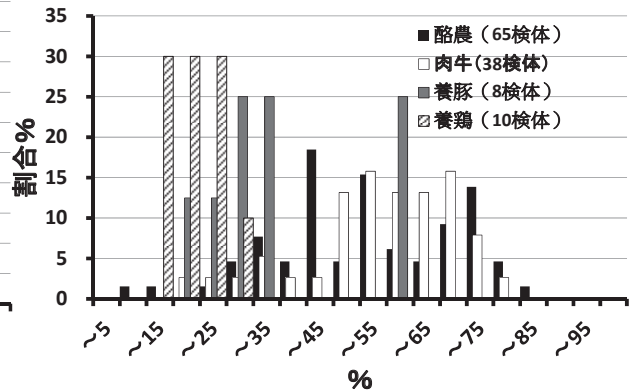
飼料ぞ～さん コラム その4 つづき

県内畜産農家の堆肥について、畜種別に成分分析値をグラフにすると違いがよく分かります。また、水分や肥料成分にもばらつきが見られるので、利用する場合は考慮が必要です。

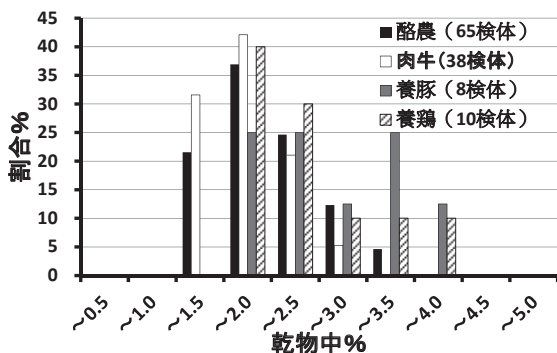
堆肥分析事業の成分平均値
(H21～26)



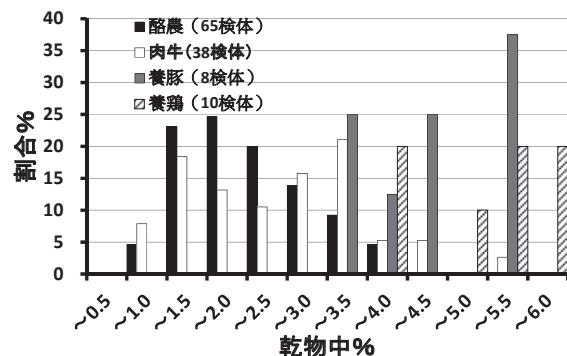
水分の分布



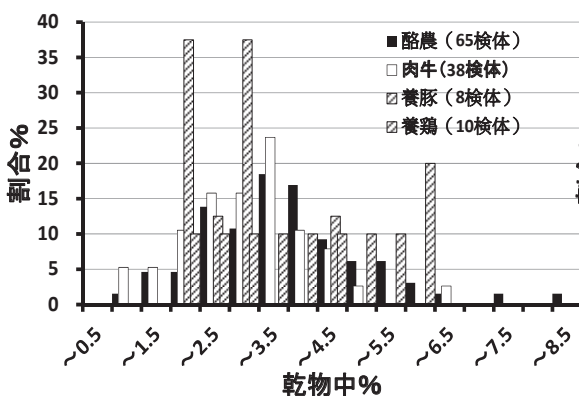
窒素の分布



リン酸の分布



カリの分布



ECの分布

