

第10章 肥料等の使い方

1 肥料の成分と特性

(1) 肥料の分類と使い方

ア 肥効が速効的であるか緩効的であるかによる分類

肥料は、効き方によって速効性肥料と緩効性肥料とに分類できる。作物の初期生育を確保するためには、植え付け時にある程度の肥料成分がなくてはならない。このため、速やかに肥効が現れる速効性肥料が有効である。しかし、速効性肥料を基肥時に多施用すると、濃度障害のおそれが生じる。また、作物に利用されない部分が多くなり、環境負荷が増大する。一方、緩効性肥料は肥効の発現がゆっくりと進み、初期生育を確保することはできないが、濃度障害は起こりにくい。また、肥料成分の利用効率向上や溶脱抑制により環境負荷が低減される。被覆肥料は、水溶性の肥料を硫黄や微細な穴のあいた合成樹脂で被覆し、溶出量や溶出時間を調整したもので、広義の緩効性肥料に相当する。

イ 溶解性による分類

溶解性によって肥効が速効的であるか、緩効的であるかが判断できる。最も溶解性が高いのは水溶性であり、速効的である。ついで可溶性、く溶性となり、緩効的となる。

溶解性による使い分けの一例としてりん酸質肥料の使用が挙げられる。土壌が灰色低地土などの低地土（褐色低地土、グライ土などを含む）の場合には、水溶性成分が大部分を占める過りん酸石灰を基本的に施用する。しかし、黒ボク土は土壌のりん酸固定力が大きいので、過りん酸石灰を施用すると、ほとんどが作物に利用されなくなる。このため、く溶性のようりんを基本的に施用する。

ウ 施肥後のpHによる分類

肥料を水に溶かしたときのpHによって酸性肥料、中性肥料、アルカリ性肥料に分類することができる。しかし、肥料を土壌に施用した後の土壌のpHは、肥料自体のpHよりも、作物に吸収されないで土壌中に残る成分の影響を大きく受ける。例えば、硫酸 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ は化学的には中性であるが、施用するとアンモニアが根から吸収されて、硫酸 SO_4^{2-} が残り、土壌のpHが低くなる（酸性

に傾く)。このような肥料を生理的酸性肥料という。土壌のpHを上げる場合には生理的アルカリ性肥料を、逆に土壌のpHを下げる場合には生理的酸性肥料とるように使い分けることが肝要である。

表10-1 施肥後のpHによる分類

生理的酸性肥料	硫安、塩安、硫加、塩加
生理的中性肥料	尿素、硝安、過りん酸石灰
生理的アルカリ性肥料	石灰窒素、硝酸ソーダ、硝酸石灰、ようりん

エ 硫酸根の有無による分類

肥料に含まれる硫酸イオンや塩素イオン等の副成分は、土壌に残留しやすい。特に1年を通じ雨があたらない施設土壌では、これらが集積することによりECの上昇や土壌pHの低下を招き、作物の生育障害が生じやすくなる。これらを回避するため、副成分を最小限に抑えた複合肥料がある。一例として、りん酸とけい酸加里を反応させたPK化成とウレアホルム窒素とを組み合わせた緩効性のノンストレス肥料（塩類集積回避型肥料）が挙げられる。一方、硫安のような硫酸根を含む肥料も、前述のようにアルカリ化が進んだ土壌ではpH矯正に有効であることに留意する。

(2) 化学肥料の成分特性

肥料名	使用原料	有効成分	成分量%	性状	特性
硫酸アンモニア	アンモニア硫酸	硫酸アンモニウム	アンモニア性窒素21	白色結晶粒状	○速効性 ○水によくとける ○土壌に吸収保持され易い
塩化アンモニア	塩素アンモニア	塩化アンモニウム	アンモニア性窒素25	白色結晶粒状	○速効性 ○水によくとける ○土壌に吸収保持され易い
硝酸アンモニア	アンモニア硝酸	硝酸アンモニウム	アンモニア性窒素17 硝酸性窒素17	白色結晶粒状 吸湿性	○速効性 ○水によくとける 硝酸態窒素は流亡し易く水田に不向き
尿素	アンモニア炭酸ガス	尿素	窒素全量46	白色結晶粒状	○速効性 ○尿素態のときは流亡し易いが分解しアンモニアに変化し土壌に保持される
石灰窒素	窒素カーバイド	カルシウムシアナミド	窒素全量21 アルカリ分50~55	黒色粉末粗粒状	○施用後1~2週間たつと有効 ○土壌に吸収され流亡し難い ○アルカリ性
硝酸石灰	硝酸石灰石	硝酸カルシウム	硝酸性窒素10	白色粉状 吸湿性	○水溶性、速効性
熔成りん肥	りん鉱石 蛇紋岩	りん酸、石灰、苦土、珪酸等	く溶性りん酸20 く溶性苦土15 可溶性けい酸20	淡緑黒色粉末 砂状	○く溶性、緩効性 ○流亡しにくい ○アルカリ性
過りん酸石灰	りん鉱石 硫酸	りん酸1石灰	水溶性りん酸17	灰黄色粉末	○水溶性、速効性 ○土壌に吸収される
苦土重焼りん	りん鉱石 りん酸ソーダ灰	りん酸3石灰	く溶性りん酸34 内水溶性りん酸16	灰白色粉末	○速効性と緩効性が半々 ○流亡しにくい ○弱アルカリ性
りん安	りん酸液 アンモニア	りん酸1アンモニウム りん酸2アンモニウム	窒素12、りん酸61 窒素12、りん酸53	白色結晶、淡黄結晶、淡緑結晶、造粒	○水溶性、速効性 ○窒素は土壌に吸着される
硫酸加里	塩化加里硫酸	硫酸カリウム	水溶性カリ50	白色結晶粉末 やや吸湿性	○水溶性、速効性 ○土壌に保持される

肥料名	使用原料	有効成分	成分量%	性状	特性
塩化加里	加里鉱石	塩化カリウム	水溶性カリ60	白色結晶粉末粒状	○水溶性、速効性 ○土壌に保持される
けい酸加里	微粉炭 燃焼灰 苛性加里 水マグ	加里、苦土、けい酸	く溶性カリ20、可溶性けい酸30、く溶性苦土4		○緩効性 ○流亡しにくい ○アルカリ性
硫加里ん安	アンモニア硫酸、りん酸	硫酸アンモニウム りん酸1アンモニウム 硫酸カリウム	窒素、りん酸、カリの合計が30%以上	灰褐色粒状	○水溶性、速効性 ○窒素は土壌に吸着される ○N・P・K三要素の含有量が高い
りん硝安加里	りん鉱石、硝酸、硫酸 アンモニア 硫酸加里	硝酸アンモニウム りん酸2石灰 硫酸カリウム	窒素、りん酸、カリの合計が30%以上	灰褐色粒状	○窒素はアンモニア態と硝酸態 ○りん酸はく溶性で緩効性 ○加里は硝酸カリの形態
塩化りん安	りん酸、塩安、塩化加里、アンモニア	りん酸1アンモニウム 塩化アンモニウム 塩化カリウム	窒素、りん酸、カリの合計が30%以上	灰褐色粒状	○水溶性、速効性 ○窒素は土壌に吸着される ○N・P・Kの含量が高い
IB窒素 (イソプチルアルデヒド加工尿素肥料)	尿素、イソプチルアルデヒド	IB窒素	窒素全量31	白色粒状	○緩効性 ○水に溶解尿素に分解される
CDU窒素 (アセトアルデヒド加工尿素肥料)	尿素、アセトアルデヒド硫酸	CDU	窒素全量31	淡黄色粉末	○緩効性 ○吸湿性 ○中性
被覆尿素	尿素等	尿素等	窒素全量40	白色球	○緩効性 ○溶出速度が調整されている
被覆窒素肥料	尿素、硝酸カリウム	尿素、硝酸等	窒素全量10%以上	白色球 淡黄色球等	○緩効性 ○溶出速度が調整されている
炭カル	石灰石	炭酸カルシウム	アルカリ分53	微粉末	○炭酸を含んだ水に溶解、弱いアルカリ性である
消石灰	石灰石	水酸化カルシウム	アルカリ分65	粉末 吸湿性	○強アルカリ性 ○速効性
生石灰	石灰石	酸化カルシウム	アルカリ分100	粉末 吸湿性	○強いアルカリ性 ○水を加えると発熱するので取扱注意

肥料名	使用原料	有効成分	成分量%	性状	特性
苦土炭カル	ドロマイト	炭酸カルシウム 炭酸マグネシウム	アルカリ分55 可溶性苦土15 内く溶性苦土10	微粉末	○炭酸を含んだ水にとけ、弱いアルカリ性である ○緩効性
苦土消石灰	ドロマイト	水酸化カルシウム 水酸化マグネシウム	アルカリ分70 く溶性苦土18	粉末 吸湿性	○強アルカリ性
苦土生石灰	ドロマイト	酸化カルシウム 酸化マグネシウム	アルカリ分100 く溶性苦土30	粉末 吸湿性	○強いアルカリ性 ○水を加えると発熱するので取扱注意
硫マグ	硫酸マグネシウム	硫酸マグネシウム	水溶性苦土25	粒状	○水溶性、速効性 ○酸性矯正力はない ○施用苦土の流亡は早い ○アルカリ性肥料との混用はしない
けいカル	製洗鉍さい	珪酸石灰 石灰	可溶性珪酸30 アルカリ分45~47 く溶性苦土5	粒状	○強アルカリ性 ○難水溶性 ○緩効性
FTE			く溶性マンガン19 く溶性ほう素9 珪酸、鉄、その他微量元素	細粒状	○微量元素はく溶性

被覆加里肥料 }
被覆窒素肥料 } 表10-2
被覆複合肥料 }

ホルムアルデヒド加工尿素(ウレアホルム):尿素とホルムアルデヒドを酸性条件下で縮合

硫酸グアニル尿素(GU):ジシアンジアミドを硫酸の存在下で加水反応

硝酸化成抑制剤入り肥料:表10-3

表10-2 被覆肥料の被覆膜と溶出パターン

肥料名	樹脂被膜の性質と種類	溶出パターンの類型	肥料成分などの特徴
LPコート	熱可塑性・ポリオレフィン系樹脂	LP:放物線型、BB肥料 LPS、LPSS:シグモイド型	尿素態窒素が主体で高成分 BB肥料の原料
ロング	熱可塑性・ポリオレフィン系樹脂	ロング:放物線型 スーパーロング:初期抑制型	硝酸態およびアンモニア態の他にりん酸、加里を含む
セラコート	熱硬化性・植物油系アルキッド樹脂	Uタイプ:シグモイド型 KNタイプ:放物線型	尿素、NK、硝酸の各タイプ 市販品はブレンド複合肥料窒素
SCコート	硫黄、ワックス	放物線型	窒素、りん酸、加里を含む 化成タイプ、硫黄成分あり
シグマコート	熱硬化性・植物油系アルキッド樹脂	2000、202:放物線型 Uタイプ:初期抑制型	窒素、りん酸、加里を含む 化成タイプと尿素タイプあり
エムコート	熱可塑性・ポリオレフィン系樹脂	S:シグモイド型 L:放物線型	尿素態窒素が主体で高成分
UCコート	アルカリ可溶性樹脂 アルカリ材	シグモイド型 ラグ期間は20~50日	尿素態窒素が主体で高成分 溶出開始後の速度が大きい
コープコート	熱硬化性・植物樹脂系アルキッド樹脂	放物線型	窒素、りん酸、カリを含む 化成タイプ

(3) 肥効調節型肥料

アセトアルデヒド縮合尿素(CDU)

: 尿素とアセトアルデヒドを酸性条件下で縮合

イソブチルアルデヒド縮合尿素(IB)

: 尿素とイソブチルアルデヒドを酸性条件下で縮合

オキサミド: シュウ酸ジエステルにアンモニアを反応させて製造

表10-3 市販されている硝化抑制材

略称	化学名
AM	2-アミノ-4-クロル-6-メチルピリミジン
MBT	2-メルカプトベンゾチアゾール
Dd	ジシアンジアミド
ST	サルファーチアゾール
DCS	N-2,5-ジクロルフェニルサクシナミド酸
ASU	1-アミジノ-2-チオウレア(グアニルチオウレア)
ATC	4-アミノ-1,2,4トリアゾール塩酸塩

(4) 有機質肥料等の成分特性

ア 動物・植物質肥料の分析例

(現物当り平均値%)

肥料名	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	その他
魚かす粉末	8.04	8.74	0.5	
魚荒かす粉末	6.70	9.41	0.7	
肉かす粉末	7.74	2.19	0.6	
蒸製骨粉	4.40	21.7	0.2	
なたね油かす粉末	5.61	2.49	1.33	CaO 0.9
大豆油かす粉末	7.32	1.60	2.24	CaO 0.4

イ 自給肥料の分析例

肥料名	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	水分
生けいふん	1.7	1.5	0.8	5.6	0.9	65.4
乾燥けいふん(火力)	3.7	5.1	2.4	8.3	1.3	11.2
〃(天日)	3.5	3.4	2.0	7.8	1.2	18.8
発酵けいふん	1.4	2.6	1.2	2.6	0.2	61.5
牛ふん	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	80.0
乾燥牛ふん	0.9	0.8	0.9	0.6	0.2	53.5
きゅう肥牛ふん	0.7	0.6	0.8			72.8
豚ふん	0.7	1.1	0.4	0.8	0.3	75.0
乾燥豚ふん	3.2	3.9	1.5			12.6
きゅう肥豚ふん	1.7	2.8	1.1			41.6
牛尿	0.6	0.1	1.5			95.0
豚尿	0.3	0.1	0.8			98.3
稲わら	0.6	0.1	0.9			
麦わら	0.6	0.2	1.0			
きゅう肥	0.5	0.2	0.7			
れんげ生	0.4	0.1	0.2			
粃がら	0.4	0.2	0.5			

(5) 成分の拮抗作用及び相乗作用

ある成分の存在によって、他の成分の根からの吸収、生理作用及び害作用が抑制される現象を拮抗作用といい、逆にそれらが促進される現象を相乗作用という。

ア 成分間の拮抗性

右記成分に対して拮抗的に働く成分名	抑制をうける成分名
アンモニア	モリブデン、カリウム(ほう素)
硝酸	鉄
リン	亜鉛、銅、(カリウム)、(鉄)
カリウム	カルシウム、マグネシウム、(ほう素)
カルシウム	マグネシウム、カリウム、ほう素(マンガン)、(鉄)、(亜鉛)
マグネシウム	カルシウム、カリウム
けい素	カルシウム
塩素	リン
亜鉛	(鉄)
鉄	アンモニウム、モリブデン、マンガン、(リン)
マンガン	モリブデン、鉄
銅	鉄

イ 成分間の相乗性

右記成分に対して相乗的に働く成分名	促進をうける成分名
窒素	マグネシウム
リン	モリブデン、(マグネシウム)
カリウム	(ほう素、鉄、(マンガン))
カルシウム	カリウム(カルシウムの低濃度の場合)
マグネシウム	カルシウム(マグネシウムの低濃度の場合)、
けい素	リン、けい素
	マグネシウム

(6) 肥料配合の可否表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1. 各組内の肥料は相互に配合してよい。 2. ○ 配合してよい。 △ 配合しても成分に変化はないが取扱いにくくなる場合があるので注意をする。 ▲ 配合すると成分に変化が起り、不利になる場合があるから要注意。 × 配合してはいけない。	過リン酸石灰・硫酸マンガン	石灰窒素・重炭酸加里	尿素(粒状)	硝安	熔成りん肥・珪酸質肥料・炭酸カルシウム肥料	消石灰・生石灰・水酸化苦土肥料	硫酸加里・硫酸苦土肥料	ん・重焼りん(混合りん肥(熔過りん))	ほう酸肥料・ほう酸塩肥料	魚肥植物油かす等有機質肥料
硫酸・塩安・過りん酸石灰・重過りん酸石灰・硫酸マンガン		×	△	△	▲	×	○	○	○	○
石灰窒素・重炭酸加里	×		△	×	○	○	○	×	○	○
尿素(粒状)	△	△		△	△	△	△	△	△	△
硝安	△	×	△		×	×	△	△	△	×
熔成りん肥・珪酸質肥料・炭酸カルシウム肥料	▲	○	△	×		○	○	×	○	○
消石灰・生石灰・水酸化苦土肥料	×	○	△	×	○		○	×	○	○
硫酸加里・塩化加里・硫酸加里苦土・硫酸苦土肥料	○	○	△	△	○	○		○	○	○
苦土過石・混合りん肥(熔過りん・重焼りん)	○	×	△	△	×	×	○		○	○
ほう酸肥料・ほう酸塩肥料	○	○	△	△	○	○	○	○		○
魚肥植物油かす等有機質肥料	○	○	△	×	○	○	○	○	○	

- (注)1. 硫化りん安その他酸性複合肥料はAに準ずる。
2. 尿素とだいで油かすを配合してはいけない。
3. ウレアホルムはCに、IB、CDUはGに準ずる。
4. 草木灰はFに、完熟堆肥はAに準ずる。(ただし硝安は不可。)
5. ▲印 塩基性肥料配合率は50%以下とする。

2 床土の作り方

(1) 果菜類の床土の作り方

ア 床土の条件：保水力と排水性が適度であり、養分に富み、病害のないこと。

イ 必要な量：10a当り6m³

ウ 材料の混合割合：有機物と土の割合はきゅうり用で7:3、なす、とうがらし用で3:7、トマト用で5:5、かんぴょう用で3:1程度とする。

エ 準備する材料

(ア) 有機物：稲わら、落葉、落花生茎葉などを用い、生のものでは所要完熟物の2倍量とする。

(イ) 土：野菜類を栽培したことのない田畑の土を用いる。

(ウ) 添加する肥料：油粕類や鶏ふん、化学肥料を用い、1 m³あたりNおよびK₂O 0.1～0.3kg、P₂O₅ 1～1.5kgとする。

オ 床土作り

3月から4月：有機物の積み込み

この際石灰窒素10～20kgを混入して腐熟促進と石灰補給をはかる。

6月：第1回積み返し

土と有機物を交互に数層に積む。添加する肥料の1/3を各層に分施する。

7月：第2回積み返し

第1回と同様に肥料の1/3を添加しながら積みなおす。

8月：第3回積み返し

第2回と同様にする。

9月：消毒積み返し

クロールピクリンを30cmおきに1穴に約3個入れて次の層を積み数層同じ処理をしてムシロ、ポリなどで被覆する。(消毒してから20～30日後にガス抜きをして苗床に使用する。)

(注)有機物の熟度がすすんでいる場合は積み返し回数を減らす。

カ 使用上の注意

使用する前には、必ずpH(H₂O)を測定し、6.0～6.5のものを用いるようにする。

ECは0.5～0.8mS程度が良い。

おがくず堆肥や樹皮堆肥を使用する場合は、腐熟度の良い完熟堆肥を用い、

pH及びECに特に注意を要する。

家畜ふん堆肥は、使用しない方が無難である。

キ 園芸培土作成上の注意点

項目	内容
物理性	粗孔隙、保水性ともに高く、透水性良好なこと。
化学性	培土10当りの標準養分量 N 200～300mg(硫安、硝安使用) P ₂ O ₅ 1,000～2,000mg(過石使用)有機質肥料使用の場合要注意 K ₂ O 100～200mg(硫加使用) pHは5.8～7.0となるように、必要ならば炭カル等を混用する。 培土資材として土壌と混合使用の場合は混合後の肥料養分量が上記範囲に入るようにする。培土の水分含有量が高いと貯蔵中に硝酸化成が進むので注意する。
生物性	培土または培土資材は病原菌を含まないことが絶対条件である。 特に土壌(既耕地)を使用する場合に注意すること。
ブロック形成能	定植時ブロック形成には有機資材の混用が有効である。

(2) 水稻の育苗培土

ア 床土の条件

保水性がよく、出芽後のかん水時に透水性がよい床土を用い、土壌のpH(H₂O)は5.0～5.5が良い。pHが6.0以上になると、立枯病やムレ苗が多くなるので注意する。またpHが4.5以下では、生育が抑えられたり、養分の吸収も悪くなるので、反応矯正を行う。

イ 床土の確保

(ア) 床土は保水力の高い土壌、又は埴壤土でpH5.0～5.5程度のもを使用する。

(イ) pHが高くなると立枯病、ムレ苗が多くなるのでムレ苗発生が懸念される場合は4.5～5.0とする。

(ウ) 最近土壌改良によって水田土壌のpHが高くなっている場合がみられるので、水田土壌を使用する場合にはpHを必ず点検してから使用する。

(エ) pHの高い土壌を使用するときにはpHを矯正する。pHを1低下させるためには、風乾土100kg当たり硫黄華又は硫黄粉末を、黒ボク土壌は80～90g、灰褐色は40～50gを播種1ヶ月前に混和する。その場合、土に十分水分を与え、湿度を確保して反応を十分行わせる。

人工培土は研究機関で調査済みのもを使用する。新たに使用する床土や酸度を矯正した床土は試し播きを行う。人工培土にも土壌消毒剤を使用する。

酸度調節剤はpH 5.7～6.0の場合、箱当たり沖積土は40～50g、赤土は60g、黒ボクは70～80g混和すると0.5前後を下げるができる。使用に当たっては、箱当たり100g以上の過施にならないよう使用量に留意するとともに、使用後pHを検定し矯正を確認する。

ウ 床土施肥

(ア) 箱当たり成分で窒素、りん酸、加里それぞれ1～2gを、播種1～2週間前に混合しておくこと。肥料は酸性肥料の使用が良い。

(イ) 低温時期の育苗や黒ボク土壌ではりん酸を50%程度増施する。