

4 緑肥作物の使い方

緑肥作物には地力増進効果や窒素の肥効を期待して、主としてマメ科植物が利用されてきたが、近年、野菜作においては病害虫抑止や除塩効果を期待した非マメ科植物の導入が多くなっている。主な緑肥作物の特性を表4 - 1に示した。

緑肥作物を栽培し、鋤込みを行う場合の注意点は次のとおりである。

(1) 水田における緑肥の利用

ア レンゲの鋤込み

レンゲは窒素の肥料効果があることから、コシヒカリの安定生産には、鋤込み時期を田植え20～30日前とし、レンゲ収量が1～2 t/10 aの場合には、基肥無窒素、追肥窒素2 kg、2 t以上の場合には、基肥無窒素とし、生育状況により窒素追肥を行う。

イ ヘアリーベッチの鋤込み

近年、マメ科牧草のヘアリーベッチが、アレロパシー（他感作用）による雑草抑制効果や緑肥効果があり、水稻作への導入事例が見られるようになった。播種量は5 kg/10 a、鋤込み時期は田植え前、2週間程度である。

(2) 畑における緑肥の利用

緑肥の分解の難易はC/N比によって決まる。C/N比30を目安に、それよりも低いものは比較的分解が早く、高いものは分解が遅い。一般にイネ科の緑肥作物はマメ科よりもC/N比が高く分解が遅い。ただし、クロタラリアはマメ科でもC/N比が高いので注意し、次作の播種または定植までには、地温が高い時期でも1ヶ月以上の分解期間を必要とする。

土壌が酸性な場合は石灰を施用する。また、表4 - 1のように緑肥から供給されるリン酸は、窒素やカリに比較して少ないので、連用する場合は、土壌分析を行い適正なリン酸の補給を行う必要がある。

ア ヘイオーツの鋤込み

ヘイオーツは、根こぶ病菌のおとり作物として根こぶ病低減効果が確認されている。緑肥効果としても地力が維持されるとともに、基肥窒素量を2 kg/10 a程度削減できることが秋冬ダイコンで確認されている（表4 - 2）。

表4 - 1 主な緑肥作物の特性 (神奈川県 2004)

作物名	効果	C/N比	乾物収量 (kg/10a)	養分吸収量(kg/10a)			窒素 取込or放出
				N	P2O5	K2O	
レンゲ	肥	15前後	300~600	7~15	1~3	5~10	放出
青刈ライムコシ	物除	35前後	800~1400	20~30	3~5	50~90	取込
イタリアライグラス	物	20前後	400~600	10~20	1~4	20~40	放出
ソルゴー	物除	35前後	1000~3000	20~30	3~5	30~70	取込
ハイオーツ	物セ	20前後	800	20	3	35	放出
ギニアグラス	物セ除	18前後	1000	20	7	35	放出
クオタリア	セ(ネコブ)	40前後	500	10	3	17	取込
マリーゴールド	セ(ネグサレ)	17	700	19	-	-	放出
ヘアリーベッチ	抑	18	600	16	5	7	放出
ナギナタガヤ	抑	55	900	7	3	12	取込

効果 肥:肥料効果、物:物理性改善、除:除塩効果、セ:センチュウ密度抑制、抑:抑草効果

表4 - 2 ハイオーツ鋤込みによる窒素施肥量削減とダイコン収量及び窒素吸収量
(福島農試 2002)

区	鋤込み	N削減量 (kg/10a)	基肥量(kg/10a)			追肥N (kg/10a)	生総重(t/10a)			N吸収量(kg/10a)		
			N	P2O5	K2O		根部	茎葉部	計	根部	茎葉部	計
対照	なし	-	6.0	3.4	4.3	1.5	5.0	1.3	6.3	7.0	4.0	11.0
基肥30%減	あり	1.8	4.2	2.4	3.0	1.5	5.1	1.2	6.3	7.0	3.9	10.9

5 土壤改良資材の特性と使い方

(1) 土壤改良資材とは

土壤改良資材は、地力増進法において、「植物の栽培に資するため土壤の化学的变化をもたらすものであって、土壤の物理的、化学的、生物的性質を改善する資材」と定義されている。よって、土壤の化学的性質の改善のみを目的とする資材は肥料取締法における肥料として扱われ、地力増進法に定める土壤改良資材の対象外となる。

しかし、肥料取締法で普通肥料や特殊肥料として取り扱われているものの中には従来から土壤改良資材として使用されている資材も含まれる。例えば、堆肥のように植物の栄養となる成分を含有するとともに土壤を膨軟化する効果を有し、肥料と土壤改良資材の両方に該当するものもある。

また、地力増進法では、土壤改良資材についての品質表示制度が設けられており、原料、用途、施用方法等の表示が義務づけられた「政令指定土壤改良資材」が指定されている。

これらの肥料と土壤改良資材の関係を図5 - 1 に示した

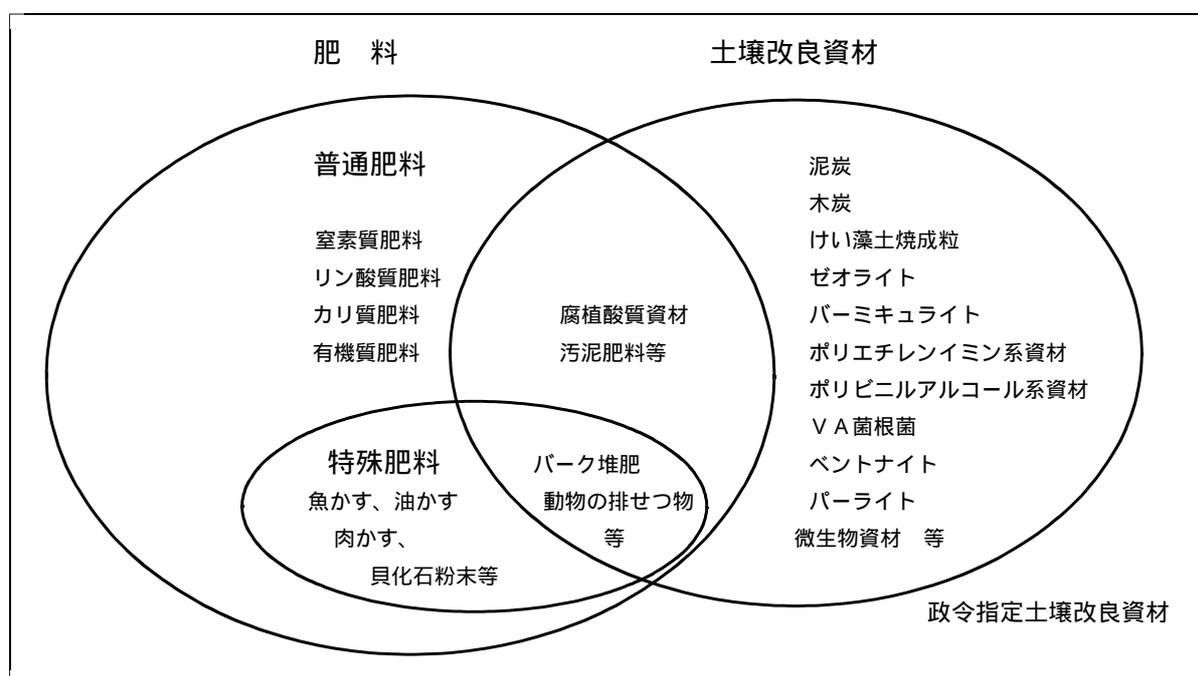


図5 - 1 肥料取締法の肥料と地力増進法の土壤改良資材の関係

(2) 土壤改良資材の種類と効果

ア 地力増進法指定土壤改良資材

< 泥炭 (ピート) >

水ごけ泥炭(草炭)を水洗いして精選、乾燥、粉碎したもの。そのままでは強酸性であるため、石灰で中和したものもある。

- ・ 吸水性のある繊維によって保水性を向上させる。
- ・ 繊維により弾力のある粗い隙間がつくられるので、土壤の固結を防ぎ通気性を保つ。
- ・ CECが高く(70~100me/100g)、保肥力に優れている。
- ・ 分解しにくいので、効果が持続する。
- ・ 肥料効果はないが、アルカリ土壤の酸性化として利用できる。
- ・ 乾燥しすぎると吸水性が悪くなるので注意が必要である。
- ・ 砂質土、粘質土に効果的な資材である。

<木炭>

- ・ 土壌の通気性と透水性及び保肥力向上の効果が期待できる。
- ・ 酸性土壌を中性にする効果がある。
- ・ 土壌中で層が形成されると効果が発現しないため、細粒化して土壌に混入する。

<けい藻土焼成粒>

けい藻土を均一な粒状にし、1000 以上の高温で焼成するセラミックス化した硬質の多孔質粒子である。「イソライト」の商品名で販売されており、そのうちC G 1とC G 2が農業・樹木用である。

- ・ 多孔質のため、保水性、透水性あるいは通気性の改善が期待できる。
- ・ 特に粘土分の多い土壌では透水性改善率が高い。
- ・ 長期にわたって土壌改良効果が期待できる。

<ゼオライト>

- ・ 塩基の吸着力が大きい（CECが高い）。
- ・ ベントナイトのような膨潤性を示さないのので、排水不良な水田に施用しても肥持ちをよくすることが出来る。
- ・ 塩基を多量に含み、肥料成分の活用はもちろん、土壌酸性の矯正効果がある。
- ・ リン酸吸収係数が小さいので、火山灰土壌の改良資材として効果が高い。
- ・ 10a当り1t以上全面散布し、土壌とよく混和する（不均一施用すると作物生育が不均一となる）。
- ・ 保肥力が高まるので窒素施用量を減ずる。

<バーミキュライト>

バーミキュライトは蛭石ともいわれ、1300 で焼くと約10倍の容積になる。

- ・ 土壌の保水力、保肥力、保湿性、通気性の改善に効果がある。乾燥には注意する必要がある。

<パーライト>

パーライトは真珠岩を粉砕し、高温で加熱したもので、吸水能は重量の2～3倍である。

- ・ 孔隙率が極めて大きく、通気性、透水性、保水性に優れている。
- ・ 単体または培養土との混合で育苗用土や鉢植え用土に用いる。

<ベントナイト>

- ・ 水を吸って膨張する性質（膨潤性）があり、同時に高い保肥力（CEC60～120me/100g）をもっている。
- ・ 約70%のケイ酸を含み、ケイ酸補給の効果も高い。
- ・ 水田では1～2t/10aを耕起または荒代前に散布し作土と混和する。極端な漏水田ではすき床への客土としてもちいる。
- ・ 保肥力が高まるので窒素施用量を減ずる。

<VA菌根菌資材>

VA菌根菌は、植物の根に共生し、リン酸の吸収に効果を発揮するとされている。環境にやさしい農業を推進する上で期待されている資材である。

- ・ 土着菌が多い、またリン酸肥料などが肥沃な場所では効果が期待できない。
- ・ 作物の生育の早い時期に感染を成立させることが必要である。

<ポリエチレンイミン系資材> <ポリビニルアルコール系資材>

合成高分子資材の一つ。土壌団粒形成、安定化に使用される。土壌に浸透しやすいよう水溶性である。

<腐植酸質資材>

肥料取締法で規定されている肥料であるが、地力増進法でも指定土壌改良資材とされている。炭や石炭を硝酸で分解してニトロフミン酸をつくり、これに石灰等を反応させて中和し、造粒、乾燥したもの。

- ・ 腐植の含量が65～70%と高い。
- ・ リン酸固定の抑制、熟畑化の促進、保肥力の改善。

- ・ 保肥力改善効果の増大には土壌のpHは以上に保つことが必要である。

<バークたい肥>

「たい肥」は肥料取締法の特殊肥料に指定されているが、その中で「バークたい肥」は地力増進法でも政令指定土壌改良資材とされている。

- ・ 吸水力、保水力、保肥力が高い。
- ・ 通気性、透水性の改善効果がある。
- ・ 形質が均一であり、分解されにくいので、土壌中での長期的な効果が期待できる。
- ・ 粘性が強い洪積土・赤黄色土などで効果が高い。

イ 肥料取締法に規定されるもののうち土壌改良の機能を有するもの

<石灰窒素>

生石灰にコークスなどを混合して加熱し、カーバイドを製造、このカーバイドに高温で窒素ガスを吸収化合させたもの。

- ・ 酸度矯正ができる。
- ・ 粗大有機物の腐熟促進効果が高い。

<ケイ酸カリ>

微粉炭燃焼灰に炭酸カリまたは苛性カリ、および水溶性苦土を加えて造粒した後、800～900 で焼成したもの。この過程で、微粉炭燃焼灰中の不溶性ケイ酸は可溶性となり、また、加えた水溶性カリは緩効性のク溶性カリに変化する。

- ・ 水稻に対し、カリやケイ酸の肥効が高く、根群を発達させ、根の活力も高める。
- ・ ごま葉枯病やいもち病の発生を抑制する効果もある。

<リン酸質肥料>

リン酸質資材は溶解性で水溶性、ク溶性、可溶性に分けられ、それぞれ肥効が異なる。

水溶性は、水に溶ける形態のもので、作物に最も良く吸収され速効性である。ク溶性は、2%クエン酸に溶けるリン酸分で、水に溶けず根が分泌する有機酸にとけて吸収されるので遅効性である。可溶性は、ペーテルマンクエン酸に溶けるリン酸分で、水溶性とク溶性を含むもので肥効は両者の中間となる。

- ・ ようりん：リン鉱石に蛇紋岩や塩基性苦土含有鉱物を混合して高温で溶融し、水中で急冷して細かく砕いて乾燥したもの。ク溶性リン酸なので速効性はないが、リン酸固定がおこりにくいことから火山灰土壌では特に高い効果が期待でき、リン酸肥沃度を高める。酸度矯正力大。
- ・ リンスター：副産苦土石灰、フェロニッケル鉱さいなどとリン酸液を混合、反応、造粒したもので、ク溶性と水溶性の両タイプのリン酸を有している。

<石灰質肥料>

酸性土壌改良に用いられる。

- ・ 生石灰、苦土生石灰：石灰石を約1200 で焼いたもの。肥料取締法では有効石灰80%以上とされている。白色小塊状。水と反応すると激しく発熱し、消石灰と炭酸石灰に変化する。土壌の酸性の中和、有機物の分解促進、土壌窒素の無機化促進に効果がある。強アルカリ資材であるため、過剰施用にならないよう注意する。施用後7～10日たってから施肥、播種、定植などを行うこと。密封保存。
- ・ 消石灰：生石灰に水を加えて化合させたもの。アルカリ分60%以上とされている。白色粉末。水に溶けにくい水に溶けると強アルカリ性。施用効果と施用方法は生石灰と同じであるが、施用量は生石灰の1.4倍施す必要がある。
- ・ 炭カル、苦土炭カル：石灰石やドロマイト（白雲石）を粉碎したもの。粒子が細かいほど速攻的である。貯蔵や取扱には特別な注意は必要ない。酸性の中和力は、生石灰や消石灰より緩やかで、アルカリ性もやや弱いので施用量は生石灰の1.8倍を要する。施用後土壌との混和が必要だが、すぐに施肥、播種、定植可能。
- ・ 貝化石：公定規格はアルカリ分が35%以上。炭カルに比べてさらに酸度矯正力は緩慢で持続的である。施用効果と施用方法は炭カルなどと同じ。

<ケイ酸質肥料>

有用元素の一つであるケイ素を土壌に供給し、また、酸度矯正効果もある。

- ・ ケイカル：鉱さいや製リン残さいに粉碎などの加工を加えて、一定の品質としたもの。リン酸吸収能の改善や畑の酸性改良にも効果がある。酸性矯正能力は炭カルに比べやや緩慢で多少劣るが、資材に含まれる苦土、マンガンの吸収は良い。

<含鉄資材>

含鉄物は肥料取締法では特殊肥料に指定されている。製鋼法の違いにより成分も異なる。転炉さいは平炉さいより苦土含量が少なく、石灰が多い。ボーキサイトさいやパイライトさいは鉄含量が高い。

- ・ 鉄分の供給、pHの改良、カルシウム分の補給。

ウ その他の資材

<カニがら、シャコがら>

カニやエビなど甲殻類の殻を原料とする。原料の違いにより成分のバラツキも大きい。鉄、銅などの微量成分も比較的多く含まれている。

- ・ 放射菌を増殖させ、フザリウム菌を抑制する効果がある。

<貝殻粉末>

かき殻を主体とした貝殻を粉碎したもの。

- ・ 土壌のpH矯正力は炭カルとほぼ同じかむしろ高い。
- ・ 微量元素の供給。

<ミミズ糞>

- ・ ミミズ糞自体が団粒で、その安定性は高く、耐水性団粒の典型。

- ・ 土壌の透水性、通気性、保水性などを改善する効果にすぐれている。
- ・ 土壌中の分析での分解が比較的早く、少量施用では効果の持続性に欠けるため、土壌に対し30～50%と多量に施用しないと、実用的効果が得られず肥料効果も少ない。
- ・ 採算性を考慮すると、育苗用土、鉢物用土として土壌に30%程度と混合して用いる。

<もみがら>

- ・ 強粘質土壌での物理的改良効果は高く、土壌の膨軟化、透水性、通気性、保水性を高める。

<おがくず>

そのままの状態ですら土壌に施用すると、植物の生長には必ずしもよい結果が得られないため、一年以上たい肥化して施用する。

- ・ 物理性の改善。

<くん炭>

植物残さを蒸し焼きにした炭化物。

- ・ 通気性、排水性、保水性がよく、過湿になりにくい。
- ・ 窒素成分は残っていないが、カリ分はかなり残っており、また、pHを上げる働きを持つ。

<フライアッシュ>

火力発電所で微粉炭を燃やした煙から回収した灰。肥料としての有効成分はホウ素である。ケイ酸は53～63%と高いが、大部分は難溶性である。

6 肥料の特性と使い方

(1) 施肥量の決定の考え方

本書での作物別の施肥基準は、目標収量を継続的に収穫する場合に必要な肥料成分量を示している。この成分量は、肥料の量だけでなく、堆肥等も加味した総合的な成分量である。

一般に、化学肥料中心の施肥管理を続けると、土壤の物理性、化学性、生物性など土壤の機能を良好に維持することが難しくなり、持続的な農業生産のためには、堆肥等の有機質資材を併用することが不可欠である。

図6-1は施肥量に関連した項目を示した。これまではほとんど、堆肥中の養分は考慮されず、施肥に上積みされた形で施用されてきた。持続的な農業生産のためには、無駄がなく、かつ過剰とならない施肥量を心がけることが必要であり、作物を栽培するにあたり期待する生産量をあげるためには、堆肥の施用基準量を守り、その養分量を考慮したうえで、不足する養分量を肥料で補うことが、施肥管理の基本的考え方となる。

また、環境保全の観点からは、土壤蓄積、揮散、溶脱量を最小にするような施肥や栽培の方法について考慮する必要がある。

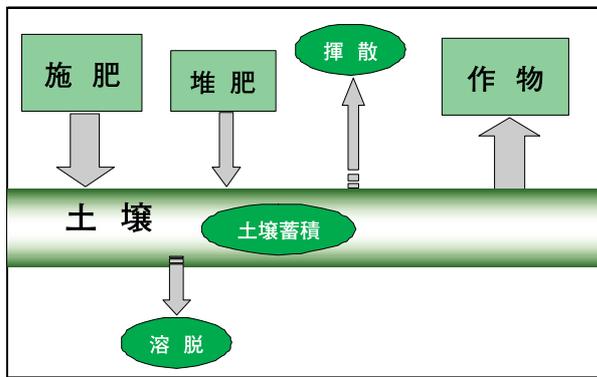


図6-1 施肥量に関連する項目

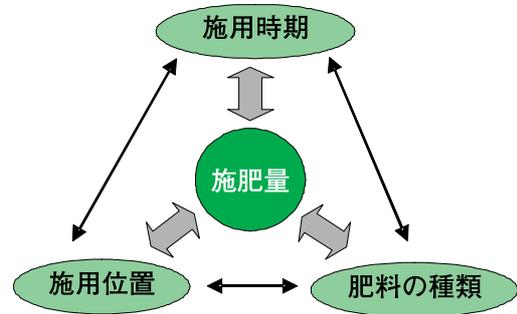


図6-2 施肥に影響を及ぼす要因

(2) 施肥に影響を及ぼす要因

施肥の基本は、作物に必要な養分を必要な時期に必要な量だけ供給することにある。

これはまた、作物の栄養特性に合わせて適正に施肥することでもあるが、具体的にはどのような肥料（肥料の種類）をいつ（施用時期）、どのくらい（施肥量）、どこに（施肥位置）施用するかということである（図6-2）。これらは、土壤条件や気象条件が大きく影響する。

ア 肥料の種類

成分が同じであっても、肥料の種類によって肥効は異なる。したがって、肥料の選定に当たっては、肥料の特性を十分把握し、土壤条件を考慮した上で、作物の栄養特性に適した肥効の発現が期待できる肥料を選ぶことが重要である。

イ 施用時期

施肥は、労力面からみると全量基肥施用が望ましいが、施肥管理面からみると、①高品質のものを多収するために各生育ステージに合った栄養管理を行う、②贅沢吸収を抑える、③肥料の流亡を抑える、④一度に多量の肥料を施用すると濃度障害を起こす、⑤肥料の利用率の向上を図る。等により分施や肥効調節型肥料の利用が必要である。

ウ 施肥量

施肥は、土壤中に不足している養分について必要量を施用すればよいが、施用した肥料成分の一部は、かんがい水や雨水による流亡、ガス化による揮散（窒素）、土壤中の成分との反応による不可給態化、土壤微生物による摂取等により利用されなくなる。

したがって、施肥量は、作物の養分吸収量、土壌やかんがい水等からの養分供給量及び肥料の利用率によって決まる。しかし、これは基本的な考え方であって、実際には肥料試験及び栽培試験での事例や現地の実態等から決められる。なお、同一作物であっても、作型が異なると生育量及び養分吸収量が異なってくるため施肥量も異なる。

過剰施肥は、土壌条件を悪化させて作物の生育を不健全にするばかりでなく、病害を助長したり、環境汚染にもつながるので、土壌診断を実施し、適正施肥に努めなければならない。また、過剰施肥でないにしても、肥料成分が農耕地外へ流出して環境を悪化させることのないよう注意する。

エ 施肥位置

肥料の利用率を高めるためには、養分を吸収させたい時期に根群域に適切な濃度で存在するように施肥することが大切であり、そのためには、施肥する位置が重要となる。表面施肥（表層施肥）、全層施肥、作条施肥（側条施肥）、下層施肥（深層施肥、溝施肥）等が代表的な施肥位置である。

（ア）表面施肥（表層施肥）

作土の表面に肥料を散布する方法であり、かん水や降雨によって肥効が現れる。速く効かせたいときは、速効性肥料を用いてかん水するとよい。

全面に施用する場合と局所に施用する場合とがあるが、局所に施用する場合は根が十分に働く所に施用することが大切である。なお、畑地では、局所に多量に施用すると施肥位置直下の根が濃度障害を起こすことがある。水田や傾斜地にある果樹園、牧草地等では、多量の降雨により肥料が流亡しやすいので施肥前後の気象に留意する。

（イ）全層施肥

作土層全体に肥料を混和する方法である。濃度障害を起こしにくく、多量の肥料を施用することができるが、その一方で施用過多になりやすい。目的に応じて全面施用（全面全層施肥）と局所施用とがある。

アンモニア性窒素は硝酸化成が容易に行われて硝酸性窒素になり流亡しやすくなり、りん酸は土壌に固定されやすくなる。このため、遅効性の肥料や緩効性の肥料また被覆肥料を用いて肥料の利用率を高めるようにする。ただし、水田では表層以下が還元状態になっているので、アンモニア性窒素は土壌に吸着保持され肥効が持続する。

（ウ）作条施肥（側条施肥）

畦に沿って株や根の近くに施肥する方法であり、根からの距離によって肥効の遅速が決まる。基肥及び追肥の施用に用いる。基肥の施用に用いる場合、初期から肥効が表れるため初期生育が良くなる。

畑地では、局所的に肥料濃度が高くなるため、初期に生成した硝酸性窒素の影響でpHが低下してアンモニア性窒素の硝酸化成が抑えられ全層施肥より流亡しにくくなる。りん酸も、土壌との接触面積が少ないので、固定が軽減されて肥効が高まる。

なお、施肥位置は肥料濃度が高くなるので、多肥し過ぎると根に障害を起こすことがある。根菜類では、施肥位置の直上に播種すると岐根の発生が多くなるので注意する。

（エ）下層施肥（深層施肥、溝施肥）

作土の下方に施肥する方法である。水田では、追肥の施用に用いられる。脱窒が抑えられて肥効が生育後期まで持続するので、窒素の利用率が高まる。畑地では、深い位置に溝を掘って施肥するので、深耕の効果もある。作条施肥と同様にアンモニア性窒素の硝酸化成が抑えられる。

根が下層に達してから効き出すため、肥効は後期に現れ長く持続する。果菜類のような栽培期間の長い作物では、全層施肥と併用するとよい。また、有機物とともに施用すると肥効の安定が図られる。果樹では、下層の物理性の改善も兼ねて樹間に溝やたこつぼを掘り、堆肥とともに施肥する。

オ 土壌条件と気象条件

土壌の種類や降雨も施肥法に大きな影響を及ぼす。肥料成分の土壌中での行動は、これら

条件によって異なるからである。

火山灰土では、りん酸はアルミニウムや鉄と反応して固定され吸収されにくくなるので、他の土壌に比べ多く施用するか、堆肥とともに施用するか、あるいは水溶性りん酸と固定されにくい溶性りん酸を併用するようにする。

砂質土では、窒素の肥効の発現は早いですが、他の土壌に比べ低い濃度で濃度障害が起こりやすく、雨水やかんがい水により流亡しやすいので、分施の回数を多くしたり、流亡しにくい肥料を使用する必要がある。降水量が多いと肥料の流亡が多くなる。

施設、トンネル、マルチでは、降雨を遮る程度が異なるが、雨水が入りやすいほど流亡は多くなるので施肥量は多くなる。

カ 土壌 pH の影響と肥効

土壌は緩衝能を有していて、酸、アルカリ資材の施用量から予測されるよりも pH の変化が小さいことが多い。

しかし、長期の施肥や降雨などの影響によって酸性化した土壌になると、カルシウムやマグネシウム含量が低くなって、作物に欠乏症状を生じたり、鉄やマンガンの過剰症状が現れることがある。また、硝酸化成菌、窒素固定菌の活動も低下することが知られている。さらに、アルミニウムイオン濃度が高くなって、作物や微生物の生育を阻害したり、りん酸と難溶性の塩を作って吸収を妨げることがある。

一方、pH が 7 以上になると、りん酸カルシウム塩として沈殿し利用されにくくなったり、微量元素である微量金属イオンが吸着されたり沈殿して欠乏を生じたりする。

それぞれの作物の生育には好適 pH があるので、酸性土壌では施肥前に炭酸カルシウムや苦土石灰などの石灰質資材で pH を調整し、アルカリ性土壌では pH を下げにくいので生理的酸性肥料を用いるようにする。

(3) 肥料の種類と分類

肥料取締法では、含有する有効成分によって分類している(表 6 - 1)。三要素(窒素、りん酸、カリ)のうち、1つのみの成分を含む肥料を単肥(たんぴ)といい、三要素の2成分または3成分を含む肥料を複合肥料という。

表6-1 肥料取締法による肥料の分類（施肥診断技術者ハンドブック 2004）

普通肥料	窒素質肥料 リン酸質肥料 カリ質肥料 石灰質肥料 ケイ酸質肥料 苦土肥料 マンガン質肥料 ホウ素質肥料	・窒素・リン酸・カリ石灰・ケイ酸・苦土・マンガン・ホウ素をそれぞれ主成分とする肥料。 ・有機質肥料（動植物質に限られる）は含まれない。 ・苦土肥料では苦土のみを主成分とするが、他の肥料では、リン酸と苦土を含むよう成リン肥のように2以上の主成分を含むことがある。ただし、窒素・リン酸・カリのうち2成分以上を含む肥料は複合肥料となる。
	複合肥料	三要素（窒素・リン酸・カリ）の2以上を含む肥料
	微量要素複合肥料	マンガン、ホウ素の両者を含む肥料。三要素は含まない。
	有機質肥料	動植物起源の肥料。窒素、または窒素に加えてリン酸、カリを少なくとも1%以上含む。 規格で種類が決められており、特殊肥料に含まれるものは該当しない。
	汚泥肥料等	汚泥、魚廃物、硫黄等を原料とするもの
	特定普通肥料	施用方法によっては、人畜に被害を生ずるおそれがある農産物が生産されるもの
	農薬そのほかの物が混入される肥料	農薬、水稻倒伏軽減剤などを混入することが認められた肥料で、混入できるものと肥料が公定規格で定められている。 微量元素（鉄・銅・亜鉛・モリブデン）、ベントナイト、硝酸化成抑制剤などは、肥効発現促進、肥効調節のための材料として扱われ、この欄でいう混合を許される物とはしない。
	指定複合肥料	登録を受けた肥料のみを原料として配合された肥料で、農林水産省省令で指定されたもの。 新規に登録する必要はなく、届け出のみで生産、輸出をすることができる。
	特殊肥料	肉眼などで識別できる粉末にしない魚かすや、自給肥料などで農林水産省告示で指定された肥料。

ア 窒素質肥料

表6-2には主な窒素質肥料の種類と性質について示した。

植物は、アンモニウムまたは硝酸イオンの形態で窒素を吸収する。尿素や低分子のアミノ酸なども根や葉から吸収できるが量的には少ない。

窒素質肥料は、アンモニウム塩または硝酸塩を含むか、施用後、これらの形態の窒素を生成するものである。硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素などが代表的なものである。また、これらは速効性であるが、化学的な合成処理を行ったり（化学合成緩効性窒素肥料）、被覆材により肥料をコーティング（被覆肥料）することにより、肥料溶出を緩効的や制御した肥料として肥効調節型肥料もあるが詳細は後段で説明する。

表6-2 主な窒素質肥料の種類と性質（施肥診断技術者ハンドブック 2003を参考に記載）

肥料名	性状	成分量(%)	水溶性	吸湿性	肥効	備考
硫酸アンモニウム (硫安)	白色結晶 または粉状	AN21%	高い	中	速効性	・硫酸根を含むため、老朽化水田や湿田では、根くされや秋落ちを起こしやすい ・畑では石灰と硫酸根が結合し、酸性化を早める
塩化アンモニウム (塩安)	白色結晶 粗粒状	AN25%	高い	中	速効性	・硫安より速効性であるが、降雨による流亡も速い ・多肥で濃度障害を起こしやすいので、分施や追肥で効果が高い ・デンプン質作物には向かない
硝酸アンモニウム (硝安)	白色粒状	AN16~17% NN16~17%	高い	高い	速効性	・水にきわめて溶けやすく、速効性 ・野菜や果樹など畑作物の基肥・追肥に適する ・稲には穂肥以降の根の活力増進に効果的である
尿素	白色粒状 または粉状	TN46%	高い	高い	速効性	・施用直後は土壤に吸着されない。2、3日で炭酸アンモニウムに変化し、吸収されやすくなる ・全ての作物に適するが、ハウスでの多施用はガス発生に注意が必要である
硝酸カルシウム (硝酸石灰)	白色粒状	NN10%	高い	高い	速効性	・土壤を酸性化しない ・石灰欠乏の出やすい畑作物に適する
石灰窒素	灰黒色粒状 または粉状	TN21% アルカリ分50%	溶解	高い	やや緩効	・分解過程でジシアミドが生成し、硝酸化成分を抑えるので、窒素の肥効はやや緩効的である ・アンモニアまで分解するのに7~10日を要する
ホルム窒素 (ホルムアルデヒド 加工尿素肥料)	白色粗粒状	TN35~40%	一部溶解	やや吸湿	緩効性	化学合成緩効性窒素肥料
IB窒素 (インチルアルデヒド 縮合尿素)	白色粒状	TN30%	難溶性	低い	緩効性	化学合成緩効性窒素肥料
CDU窒素 (アセトアルデヒド 縮合尿素)	白色粒状	TN30%	難溶性	低い	緩効性	化学合成緩効性窒素肥料
オキサミド	白色針状 結晶	TN30%	難溶性	低い	緩効性	化学合成緩効性窒素肥料
被覆窒素肥料	白色または 黄褐色球状	TN40%	溶出制御	低い	緩効性	被覆肥料

注1)成分量：TN=全窒素、AA=アンモニア態窒素、NN=硝酸態窒素

注2)被覆窒素肥料である被覆硝酸石灰についてはNN12%

イ リン酸質肥料

表6-3には主なリン酸質肥料の種類と性質について示した。

リン酸質肥料に含まれるリン酸成分には、水溶性、可溶性（クエン酸アンモニウムアルカリ液に溶けるもの）、ク溶性（2%クエン酸液に溶けるもの）の3種類があるので、保証成分の量だけでなく、リン酸の溶解性にも注意が必要である。

一般に水溶性のものは肥効がもっとも速く、可溶性、ク溶性の順に肥効が緩効性になる。したがって、生育期間の短い作物では水溶性リン酸の効果が高く、長期間生育する作物には、可溶性あるいはク溶性リン酸が適している。地温の低い時期にはリン酸の肥効が高まるが、水溶性リン酸を施用したほうがよい。

肥効が高い水溶性リン酸であっても、土壤と接触すると活性アルミナなどと結合して、作物が利用できない形態になってしまうので、堆肥に包むようにして施用するなど、できるだけ土壤と接触しない方法を工夫する必要がある。このように、リン酸を不溶化する作用を土壤のリン酸固定作用といい、その強弱をリン酸吸収係数という数値であらわす。本県に

も分布する酸性の火山灰土壌は、このリン酸固定作用がいちじるしく強い。

このリン酸の固定を防ぐためには、酸性の矯正、堆肥の施用、ク溶性の緩効的なリン酸質肥料の施用などがあげられる。

表6 - 3 主なリン酸質肥料の種類と性質（施肥診断技術者ハンドブック 2003を参考に記載）

肥料名	性状	成分量(%)	水溶性	吸湿性	肥効	備考
過リン酸石灰 (過石)	灰白色粒状 または粉状	可溶性リン酸 17~ 20% 水溶性リン酸 14~ 18%	溶解	中	速効性	水に溶けやすく、速効性であるが、土壌固定も起こり肥効の持続性 ・硫黄や石灰を含み、作物への硫黄、石灰補給のメリットが期待できる場合がある。
よう成り肥 (ようりん) BMようりん	淡緑色粉状 または粗粒状	ク溶性リン酸 20~ 25% ク溶性苦土 12~ 17% アルカリ分 40%	不溶	なし	やや緩効	・リン酸の固定が少なく持続的な肥効である。 ・塩安や硫酸などの酸性肥料と併用するとリン酸は溶けやすくなる。 ・BMようりんは、マンガン、ホウ素も含むことから、同要素欠乏地帯で効果がある。
苦土重焼りん 加工リン酸肥料	灰白色粒状	ク溶性リン酸 28~ 46% 水溶性リン酸 6~ 30% ク溶性苦土 4~ 8%	一部	中	やや緩効	短期、長期作物とも効果がある。 作物に触れても肥焼けが出にくい。
ダブリン 加工リン酸肥料	灰白色粒状	ク溶性リン酸 20~ 35% 水溶性リン酸 5~ 19% ク溶性苦土 4~ 15% 水溶性苦土 ~ 7%	一部	中	やや緩効	短期、長期作物とも効果がある。 ・ようりにリン酸液を反応させ熟成造粒したものの。
リンスター 加工リン酸肥料	灰白色粒状	ク溶性リン酸 30% 水溶性リン酸 5% ク溶性苦土 8% 水溶性苦土 2%	溶解	中	やや緩効	従来のク溶性リン酸より薄い有機酸に溶ける部分が多いので吸収効率がよい。 ・土壌によるリン酸固定が比較的少ない。

ウ カリ質肥料

表6 - 4 には主なカリ質肥料の種類と性質について示した。

カリ質肥料の大部分が塩化カリと硫酸カリによって占められており、原料はカリウム鉱石でほとんど輸入に頼っている。

作物体を分析すると、カリは窒素以上に吸収されている場合が多い、しかし、カリには作物が必要以上に吸収するぜいたく吸収という特性があり、作物の要求量は窒素ほど多くない。カリはぜいたく吸収によって作物の寒・干害や病害虫への抵抗性を高めるとされ、施用量も多い傾向があるが、他成分との均衡のとれた施用によってカリの肥効も正常に発揮されるものであり、カリ質肥料だけの施用は作物の生育を阻害することがある。

カリウム塩の肥料は水溶性で速効性であるが、わが国で開発されたけい酸加里肥料は水には溶けないがクエン酸に溶ける緩効的なカリ質肥料である。

表6-4 主なカリ質肥料の種類と性質（施肥診断技術者ハンドブック 2003を参考に記載）

肥料名	性状	成分量(%)	水溶性	吸湿性	肥効	備考
塩化カリウム (塩加)	白色または赤褐色結晶	水溶性カリ58~62%	溶解	中	速効性	塩素は土壌中の不溶性リン酸を有効化する効果はあるが、石灰や苦土の流亡が起こりやすい。 ・センイ作物には好適であるが、タバコやデンプン質作物には不適である。
硫酸カリウム (硫加)	白色または灰白色結晶	水溶性カリ48~50%	溶解	中	速効性	・速効性で土壌によく吸着される。 ・タバコやデンプン質作物も含め、全ての作物に適する。
サルポマグ (硫酸加里苦土)	白色または淡褐色結晶	水溶性カリ48~50%	溶けにくい	小	やや緩効	苦土も含まれているので、苦土欠乏の出やすい地帯に適する。 作物根に触れると根いたみを起こすので注意が必要である。
ケイ酸カリウム (けい酸加里肥料)	灰白色粒状	水溶性カリ20% 可溶性ケイ酸30% 水溶性苦土4% 水溶性ホウ素0.1%	難溶性	なし	やや緩効	・水溶性カリのため肥効が持続する。 ・ケイ酸の吸収がよく、水稻や野菜への品質向上等にも効果がある。
重炭酸カリウム (重炭酸加里)	白色結晶	水溶性カリ46%	溶解	中	速効性	土壌中の塩類濃度に及ぼす影響が小さい。 ・タバコやデンプン質作物も含め、全ての作物に適する。 ・アルカリ性のため、作物根に触れると根いたみを起こすので注意が必要である。

エ 複合肥料

表6-5 複合肥料の種類と性質（施肥診断技術者ハンドブック2003）

表6-5には複合肥料の種類と性質について示した。

三要素（窒素、リン酸、カリ）のうち、2または3成分を含む肥料をいう。現在、肥料の大部分はこの複合肥料である。化学的な工程で製造し粒状化した化成肥料、原料肥料を単に配合した配合肥料のほか、製造方法や原料などによっていくつかの種類がある。

粒状の単肥または化成肥料を混合した肥料をバルクブレンド肥料（BB肥料）というが、すでに登録された肥料同士の配合なので指定配合肥料といい、新たな公定規格や登録などは要らない。

また、農業用以外に家庭園芸用に小包装で売られる肥料は、家庭用園芸用複合肥料に分類され、肥料検査等にあたってほかの肥料とは別に扱われている。

種類	定義の概要	主成分合計
化成肥料	化学的操作、造粒、または成形したもの	10%以上
普通肥料	同上、成分含量が低いもの	10~30%
高度化成	同上、成分含量が高いもの	30%以上
配合肥料	原料肥料同士を混ぜ合わせたもの、主として粉状	10%以上
成形複合肥料	肥料に泥炭、腐植などを加えて成形したもの	10%以上
吸着複合肥料	肥料成分を含有する水溶液を吸着材に吸着させたもの	5%以上
被覆複合肥料	複合肥料の表面をコーティングしたもの	15%以上
液状複合肥料	液体、懸濁液（ペースト）状態の複合肥料	8%以上
副産複合肥料	食品工業、化学工業で副産されたもの	5%以上
家庭園芸用複合肥料	家庭園芸用と表示、正味重量10kg以内で上記以外のもの	0.2%以上

オ 肥効調節型肥料

化学肥料の多くは、水に溶けやすい速効性である。速効性の肥料は養分欠乏がいちじるしい場合や生育期間の短い作物に対しては肥効が高いものの、反面、濃度障害が発生しやすい。また、基肥を施用した場合、作物も小さく養分の吸収量も少ないために、土壤中に養分が残り、降雨等で系外へ流出する。

このような速効性肥料の欠点を解消するために開発されたのが肥効調節型肥料である。肥効調節型肥料を使うと、作物の養分吸収時期に合わせ養分を供給できるので、肥料の利用率が向上する。利用率が高いということは、農耕地から環境に流出する養分が少なくなることであり、硝酸性窒素による地下水汚染や亜酸化窒素による大気環境への影響の軽減など、環境保全的な効果も期待されている。

肥効調節型肥料とは、さまざまな方法によって肥効をコントロールできるように製造された化学肥料の総称であるが、一般には緩効性肥料と呼ばれ農林水産省等ではこの名称を用いている。近年、肥料成分の溶出が正確に制御されたものも登場していることから、肥効調節型肥料の呼称が一般化しつつある。

肥効調節型肥料は以下の3つに分類される。

< 化学合成緩効性肥料 >

肥料そのものが水に溶けにくく、微生物による分解を受けにくい性質を持つもので、尿素等の重合反応により製造される。I B、C D U、ウレアホルム、グアニル尿素、オキサミドがこれにあたる。

土壤中で加水分解や微生物分解を受け有効化し、作物に利用吸収される。分解の速さは肥料の粒の大きさにより調節できる。

< 被覆肥料 >

水溶性肥料を硫黄や合成樹脂などの膜で被覆し、肥料の溶出量や溶出時期を調節したもので、被覆窒素、被覆複合肥料がある。

被覆資材の種類や膜の厚さにより溶出量や溶出時期が異なり、かなりの精度で作物の生育に合わせた肥効のコントロールができるものもある。

< 硝化抑制剤入り肥料 >

微生物による窒素成分の硝酸化成作用を阻害する薬剤（A M、ジシアンジアミド、S T、A S U、A T C、D C S、チオ尿素など）を混合することにより、窒素の流亡を防ぎ、長期間土壤中に窒素を保持できるようにしたものである。人体および作物に対する安全性を確保するため、利用できる薬剤の種類を規制し、生産・輸入登録が行われる段階で十分な審査が行われている。

(ア) 化学合成緩効性肥料

表6-6は主な化学合成緩効性肥料の種類と性質について示した。難溶性で徐々に効果が現れるように化学合成された窒素化合物で、効果発現の際に、非微生物的な加水分解による場合と、微生物による分解による場合がある。

分解の速さは、温度、水分、微生物活性などの条件によって異なる。加水分解によるものとしてはI Bが代表的であり、粒を大きく硬くすることによって緩効度を高めている。ホルム窒素やオキサミドは微生物による分解が主であり、造粒効果とともに殺菌剤の併用などで窒素の発現を遅らせることができる。C D Uの無機化は複雑であり、微生物による直接分解とともに、いったん非微生物的に加水分解したのち微生物分解を受ける過程がある。

表6-6 主な化学合成緩効性肥料の種類と性質
(施肥診断技術者ハンドブック 2003)

名 称	製造原料	窒素 (%)	溶解度 (g/100g)	分解様式と粒効果
ホルム窒素 (尿素および メチレン尿素 系化合物の混 合物)	尿素 + ホルムアルデ ヒド	40.21~4	痕跡~2.18	主として微生物分 解、造粒効果があ る。
IB (IBD U) (イソブチリ デン二尿素)	尿素 + イソブチルア ルデヒド	32.16	0.1~0.01	主として化学的加水 分解、造粒効果が 大きい。
CDU (スクロジウ レア)	尿素 + アセトアルデ ヒド	32.54	0.12	微生物および加水 分解、造粒効果が 大、畑状態土壌で 無機化速度が大 きい。
グアニル尿素	ジシアンジア ミド + リン酸または 硫酸	28.00 (リン酸塩) 33.1 (硫酸塩)	4 (リン酸塩) 5.5 (硫酸塩)	微生物分解、湛水 水田土壌で無機化 速度が大、土壌吸 着性がある。
オキサミド	アンモニア + シュウ酸ジエ ステル	31.81	0.02	主として微生物分 解、造粒効果があ る。

(イ) 被覆肥料

肥料粒の表面を水の浸透が遅い被膜で被覆(コーティング)することにより、成分の溶出をコントロールすることができる。被覆材としては合成樹脂が多いが、溶融硫黄やよう成リン肥のような無機系の場合もある。溶出速度のコントロールは被膜の厚さや被膜材の質、あるいは被膜を二重にするなどの方法により行われている。

被覆窒素肥料としては、高成分の尿素を用いることが多い(LPコート、セラコートU、シグマコートU、エムコート、ユーコートなど)。硝酸カルシウムを被覆したのはロングショウカルである。

被覆複合肥料には、ロング(燐硝安加里またはNK化成を被覆)、セラコートCK(塩安を原料としたNK化成を被覆)、コープコート、シグマコート(いずれも高度化成を樹脂で被覆)、SC化成(高度化成を硫黄で被覆)などがある。

被覆の材料・方法などにより成分の溶出パターンを変えることができる。特に窒素成分の溶出パターンを分類すると、放物線タイプ、リニア(直線)タイプ、シグモイド(S字)タイプにわけられる(図6-3、表6-7)。こうした剤型のタイプと溶出期間を考慮して、作物の養分吸収特性に合致した肥料を選ぶことが大切である(図6-4)。

また、製品表示の溶出期間は、水中(25℃)に含有成分の80%が溶出する期間を示している。溶出は温度の影響を受け、低温で溶出が抑えられ、高温で溶出が進む。したがって、使用の際の実際の溶出パターンは製品表示の溶出パターンとは異なるものの、現地地の地温を把握することによって、地域ごとの溶出パターンをあらかじめシミュレーションすることが可能である。

最近、使用後の空の被膜が、河川を通し流出し、湖沼や海など水域で目立って見られたことから問題となっているが、どのメーカーも生分解や光分解特性を備えた被膜に変更している。

表6 - 7 主な被覆肥料の種類と性質(施肥診断技術者ハンドブック 2003)

コーティング材	肥料	シリーズ名	溶出タイプ
熱可塑性樹脂 ポリオレフィン系樹脂	尿素	LPコート	単純溶出
	尿素	LPコートS	シグモイド
	尿素	LPコートSS	シグモイド
	ジシアン尿素	DdLPコート	単純溶出
	ジシアン尿素	DdLPコートS	シグモイド
	尿素	EMコートL	単純溶出
	尿素	EMコートH	シグモイド
	尿素	ユーコート	シグモイド
	硝酸石灰	ロングショウカル	単純溶出
	硝酸石灰	スーパーショウカル	シグモイド
	NK化成	NKロング	単純溶出
	NK化成	スーパーNKロング	シグモイド
		硝酸系化成	ロング
	硝酸系化成	スーパーロング	シグモイド
	硝酸系化成	ロングトータル	単純溶出
熱硬化性樹脂 アルキド樹脂	NK化成	セラコートCK	単純溶出
	尿素	シグマコートU	シグモイド
	高度化成	シグマコート	シグモイド
	高度化成	コープコートFs	シグモイド
	高度化成	コープコートFn	シグモイド
ポリウレタン樹脂	尿素	セラコートR	シグモイド
	尿素	スーパーSRコート	シグモイド
無機系資材 硫黄+ワックスなど	尿素	SCU	単純溶出
	高度化成	SC	単純溶出
ようりん+リン酸液	NK化成	SCNK	単純溶出
	普通化成	ニッピリンコート	単純溶出

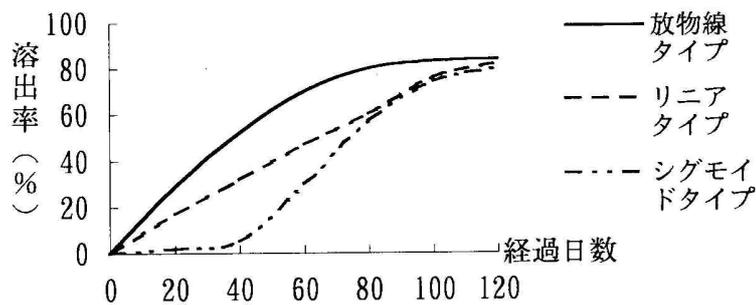


図6 - 3 肥効調節型肥料の溶出パターン(神奈川県 2000)

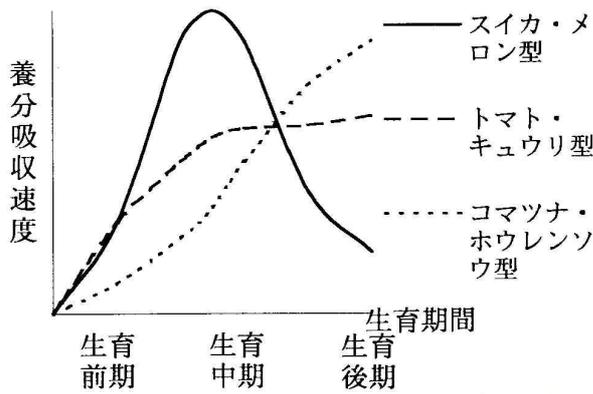


図6 - 4 作物の養分吸収の推移（伊達）

メロン・スイカ型
○スイカ、メロン、カボチャ、ダイコン、ニンジン、ゴボウなど。
○尻上がりに養分を吸収するため、前半の生育の抑制が必要。
トマト・キュウリ型
○トマト、キュウリ、ナス、ピーマン、ネギ、インゲンなど。
○栄養生長と生殖生長が同時進行するため、安定した肥効の確保が必要。
コマツナ・ホウレンソウ型
○コマツナ、ホウレンソウ、カブ、ジャガイモ、サトイモ、レタスなど。
○葉菜類が主で、栄養成長期に収穫を迎える野菜で、収穫期にも十分な肥料が必要。

(ウ) 硝化抑制剤入り肥料

表6 - 8 は主な硝化抑制剤入り肥料の種類と性質を示した。

施用した窒素の土壤中での変化過程を化学的に制御することで窒素の利用率を高めるために開発された薬剤が硝酸化成抑制剤（硝化抑制剤）であり、この薬剤を入れた肥料が硝化抑制剤入り肥料である。この薬剤の使用により、土壤に吸着されず流亡しやすい硝酸態窒素の生成を抑え、吸着されるアンモニア態窒素の残存を多くして窒素肥料の利用率を高める。

硝化抑制剤には脱窒活性を抑える効果があるものもあり、その使用により土壤から発生する亜酸化窒素の量が減少する。亜酸化窒素は温室効果ガスであり、オゾン層破壊物質でもあることから、発生軽減は環境保全として有意義である。

表 6 - 8 主な硝化抑制剤入り肥料の種類と性質 (神奈川県 2004)

名 称	化学名	備 考
TU	チオ尿素	シアナミドに硫化水素を反応させて生産される白色粉末で、複
AM	2-アミノ-4-クロル-6-メチルピリジン	窒素含有量29.3%の化合物である。複合肥料中の使用量は約0.4%である。
MBT	2-メルカプトベンゾチアゾール	純粋なものの窒素含有量は8.38%である。複合肥料中の使用量は、含有窒素量の約1%に相当する量である。
Dd	ジシアンジアミド	石灰窒素の主成分はシアナミドから生産される。窒素の含有量は66.64%で、石灰窒素を原料とした肥料に含まれることが多い。複合肥料への使用量は、ジシアンジアミドの窒素換算量で、肥料に含有される窒素量の約10%としている。
ST	スルファチアゾール (<i>o</i> -スルファニルアミチアゾール)	抗生物質で、含有量は複合肥料中に約0.3~0.5%、尿素中に約1%である。
ASU	1-アミノ-2-チオウレア (グアニルチオ尿素)	窒素含有量は47.42%、複合肥料中の含有量は約0.5%である。
DCS	N-2,5-ジクロロフェニルサクシアナミド酸	尿素中に1%、複合肥料中の使用量は約0.3%である。
ATC	4-アミノ-1,2,4-トリアゾール塩酸塩	複合肥料中の使用量は約0.1%~0.5%である。

カ 葉面散布用肥料

作物が微量元素の欠乏症状を示したとき、その要素を土壌に施用するよりも水溶液として葉面に散布すると回復が早まる。また、微量元素だけでなく、窒素（尿素が用いられる）の葉面散布も草勢回復に効果がある。

葉面散布の効果が土壌施用よりも高く現れるのは、次の場合である。

作物根の養分吸収機能が低下したとき

例えば湿害などで根腐れを生じた場合や、定植まもない作物で新根が十分に発達していないときなど。

土壌に施用して作物が吸収しにくい形態に変化しやすい要素のとき

マンガン、亜鉛、銅などは土壌中で不溶化しやすい。

地上を這うような作物で土壌に肥料を与えにくいとき

例えばスイカなど土壌に追肥するのが難しいときに、葉面散布により草勢回復を行ったりする。

養分不足による生育不良を急速に回復させたいとき

尿素は散布後、1~6時間で50%が吸収されるなど、吸収速度が土壌に施用するより肥効が速い。病虫害や気象災害などによる障害からの草勢回復などに効果が高い。

作物の品質向上を図りたいとき

花きの花色や根菜類の根色の向上など効果が明らかになっている。

葉面散布の際の注意は以下のとおりである。

葉害に注意が必要

散布濃度をまちがえると葉害を生じ、生育障害を起こす。最適濃度は、作物の種類、生育ステージ、天候などによって異なる。

多量要素（窒素、リン酸、カリ）の補給が困難

多量要素については、葉面散布での補給は困難である。たまた、連続散布で可能な場合もある。草勢回復を目的とする。

微量要素の補給については補給効果が高いといえる。

キ 石灰質肥料

表6-9には石灰質肥料の種類と性質について示した。

通常の土壌には作物に必要な量を供給できるほどの石灰が含まれているが、酸性化した土壌には石灰が乏しくなっており、石灰の供給と土壌酸性中和のために、石灰の施用が必要となる。ただし、生石灰のような強い石灰質肥料を施用する際は、種子や苗に直接の接触を避け、施用後土壌と十分に混和し、1週間以上経ってから施肥、播種、定植を行うようにする。また、堆肥との併用を心がけるようにする。

石灰だけの施用では相対的に苦土の欠乏をまねくので、ときには、苦土石灰、ケイカル、ようりんなどの苦土を含む資材を施用するか、苦土質肥料を施用するなどの注意を要する。

土壌酸度の中和の程度は、土壌により異なり、また、目標とするpHも作物により異なるので、土壌や作物により石灰施用量を加減する必要がある。

表6-9 石灰質肥料の種類と性質（肥料便覧 1999を参考に記載）

肥料名	主組成	*アルカリ分 (CaO%)	性質
生石灰	CaO	80	<ul style="list-style-type: none"> ・強アルカリ性で、石灰質肥料のなかでは石灰含量(アルカリ分)が最も高い。 ・白色小塊状で、水をかけると激しく発熱するので、水にぬらさないように取り扱いには注意が必要である。 ・よく封をして保存しなくてはならない。
消石灰	Ca(OH) ₂	60	<ul style="list-style-type: none"> ・石灰質肥料のなかでは、生石灰について石灰含量が高いので、多量施用の場合は作物への悪影響がないよう配慮が必要である。 ・白色の軽い粉末でアルカリ性が強く、空気中の炭酸ガスを吸って炭酸カルシウムとなり容積が増大するので、保存に注意が必要である。
炭酸カルシウム (炭カル)	CaCO ₃	53	<ul style="list-style-type: none"> ・一般の土壌酸性の改良に用いられる。 ・空気に触れても変化せず安定している。 ・白色ないし灰白色の微粉末で、粒子の細かいものほど効果が速い。
貝化石肥料	CaCO ₃	35	<ul style="list-style-type: none"> ・炭酸カルシウムに比べると酸性中和力は緩効的、持続的である。 ・成分としては主成分の炭酸カルシウムのほか、苦土腐植酸、コロイドケイ酸、ミネラルなどを含む。

*) 肥料取締法による公定規格の最小保証値

ク 有機質肥料

表6-10には主な有機質肥料の種類と性質について、表6-11には炭素率および無機化率を示した。

有機質肥料は品質の向上や資源循環型農業の推進などから利用が高まっている。

有機質肥料には、動物質肥料、植物質肥料、自給有機質肥料およびその他の有機廃棄物がある。有機質肥料は、肥料取締法による普通肥料に属するもので、同法律でそれぞれの種類ごとの公定規格が定められている。

有機質肥料は、堆肥等と比較し、C/N比が低いことから土壌への施用効果としては、堆肥施用に期待される物理性改良効果(孔隙、保水力、膨軟性改善など)よりは肥料的効果(養分供給)を有する。

有機質肥料の分解はほとんど土壌微生物によるもので、土壌の種類、水分条件、温度、pHなど土壌環境条件が関わってくる。分解の好適条件は一般的には、温度25、pH5.5~7.0、土壌水分量は最大容水量の60%であり、低温、乾燥や湛水条件では分解が遅くなる。

(ア) 施用方法

有機質肥料は、土壌中である程度分解した後に肥効が現れる緩効性肥料である(表6-12)。また、有機配合肥料は、速効性肥料と配合してあるので肥効が初期から現れて持続する。いずれも基肥に適する。有機質肥料は、化学肥料に比べて肥効が劣り、化学肥料の肥効を100とした場合、有機質肥料の肥効は70~80程度である(表6-11)。したがって、有機質で化学肥料と同程度の効果を得るためには、分量で化学肥料より2~3割多く施用する必要がある。

有機質肥料は、施肥直後の分解の激しい期間は作物の発芽、活着、生育に悪い影響を及ぼすので、この期間が過ぎてから播種、定植を行うようにする。したがって、施用時期は、この分解期間を考慮して決定する必要がある10日前頃までには施用する。

また、有機質肥料の多用や連用は、土壌養分のアンバランスを招くことがあるので、土壌診断を実施するとともに、施肥に当たっては有機質肥料の成分を考慮し使用することが重要である。

(イ) 安全上の注意点

BSEの発生に伴い、安全性の確保のために、肥料取締法により下記の有機質肥料について、牛の特定部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の確認を受けた工程において製造されたものであることが定められている。

肉かす粉末、肉骨粉、蒸製てい角骨粉、乾血及びその粉末、生骨粉、蒸製骨粉
また、これらを原料とする肥料も含む

表6 - 10 主な有機質肥料の種類と性質（施肥診断技術者ハンドブック 2003）

肥料名	性状	肥効の特徴	肥効率
魚かす粉末	黄褐色粉末。特有の臭気。肉質部が多いと窒素、骨質部が多いとリン酸含量が高くなる。	窒素、リン酸は緩効性。果樹、野菜に需要が多い。	90~ 100
骨粉	灰白色粉末	リン酸は緩効性	-
ナタネ粕	茶褐～黒褐色粉末または粒状	窒素は魚かすより緩効性。カリは水溶性で速効性。	70程度
大豆粕	黄白色粉末	窒素はナタネ粕より速効性。リン酸は遅効性。カリは水溶性で速効性。	80~ 90
ヒマシ油粕	黒褐色粉末	窒素はナタネ粕より速効性。リン酸は遅効性。カリは水溶性で速効性。	80~ 90
加工家きんふん肥料	粉状または粒状	窒素の無機化は比較的速い	-

注) 肥効率は、硫酸の肥効を100としたときの相対的な肥効。

表6 - 11 有機質肥料の炭素率および無機化率（全農技術センター）

肥料名	窒素 (%)	炭素 (%)	C/N比	無機化率 (%)
カボック粕	5.78	42.70	7.4	58
ナタネ粕	5.61	43.00	7.7	60
綿実粕	6.20	42.20	6.8	55
ヒマシ粕	6.62	43.30	6.5	68
大豆粕	7.86	42.00	5.3	82
米ヌカ油粕	2.85	38.50	13.5	80
蒸製骨粉	4.61	20.10	4.4	80
魚荒粕	6.38	36.90	5.8	49
魚粕	9.10	43.20	4.7	60
肉粕	9.32	51.60	5.5	68
皮革粉	11.83	41.30	3.5	42
蹄角粉	13.64	44.30	3.2	46
乾血粉	13.81	49.00	3.5	71

注) 無機化率は、窒素を20mg/100g添加し、25℃、ほ場容水量の50%条件で16週間培養した値。

表6-12 有機質肥料の無機化率(%, 野口1992)

肥料名		魚粕	乾燥菌体	蒸製骨粉	なたね粕	脱脂ぬか
無機化率						
1	週	68.8	61.2	27.4	42.9	25.0
2	週	71.7	62.1	32.5	45.6	30.3
4	週	70.8	71.2	40.0	52.8	44.7
6	週	68.8	74.2	42.6	58.2	43.4

注) 施用量は窒素50mg / 100g、黒ボク土耕地土壌、水分は最大溶水量の60%、30 で培養

ケ 汚泥肥料

平成12年の肥料取締法の改正で、汚泥等を原料とする肥料(たい肥も含む)は、すべて普通肥料に該当することになり、汚泥肥料等の種類ごとに公定規格が定められている。

汚泥肥料等の種類は以下のとおりである。

< 下水汚泥肥料 >

下水道終末処理場の汚泥やこれに植物質または動物質の原料を混合したもの

< し尿汚泥肥料 >

し尿処理施設、集落排水処理施設もしくは浄化槽の汚泥やこれに植物質または動物質の原料を混合したもの

人ふん尿、家畜及び家きんのふんに凝集剤または脱臭剤を使用したものやこれに植物質または動物質の原料を混合したもの

< 工業汚泥肥料 >

工場もしくは事業場の排水処理施設の汚泥やこれに植物質または動物質の原料を混合したもの

< 混合汚泥肥料 >

上記3種類のうち2種類以上を混合したもの

< 焼成汚泥肥料 >

上記4種類のいずれかを焼成したもの

< 汚泥発酵肥料 >

上記5種類をたい積または攪拌し、腐熟させたもの

< 水産副産物発酵肥料 >

魚介類の臓器に植物質または動物質の原料を混合し、たい積または攪拌し、腐熟させたもの

< 硫黄及びその化合物 >

硫黄及びその化合物でヒ素について基準値が設定されている

(ア) 組成等

排水の種類、処理法などによって成分が変動し、季節的な変動も認められる場合がある。

組成として注意を要するのは、重金属である。発生源などによって重金属含量が高いことがあるので、肥料取締法では、ヒ素0.005%、カドミウム0.0005%、水銀0.0002%、ニッケル0.03%、クロム0.05%、鉛0.01%以下に定められている。

また、凝集剤については、石灰を使ったものはpHが高く、高分子系の凝集剤を使ったものは施用後に硝酸化成や含有する硫黄のためpHが低くなる。アルミニウムを添加したものはリン酸の肥効に影響を与える。

(イ) 汚泥肥料等の表示

汚泥肥料等を生産、輸入または販売する場合には、主要な成分の含有量等(窒素全量、

リン酸全量、カリ全量、C/N比など)や、銅300、亜鉛900mg/kg以上含有する場合はその含有量などについて、容器や包装に表示する必要がある。

(ウ) 施用法

汚泥肥料等に含まれる窒素は、比較的分解が速いことから、窒素の肥効としては比較的速効性である。カリは含有量が低いので、他のカリ質肥料等で補給が必要である。

凝集剤を使った汚泥肥料の場合、土壌pHやリン酸の肥効に影響を与えるものがあるので、凝集剤の種類を把握し特性を考慮した土壌管理を行うことが重要である。

長期に多用する場合には、土壌への重金属の蓄積にも注意が必要であり、有機性資源の項で述べたように、「土壌への重金属の蓄積を未然に防止するための有機物の施用指針」(福島県 2003)に基づいた施用を心がける必要がある。

(施肥診断技術者ハンドブック 2003を参考に記載)

(4) 肥料の酸性とアルカリ性

ア 化学的反応

肥料を水に溶かしたときに酸性やアルカリ性を示すように、肥料本来の性質によるものを化学的反応という。

例えば、過リン酸石灰では、分解に硫酸を使用するので遊離のリン酸があり酸性を示す。一方、石灰窒素では石灰等の過剰のアルカリ分が存在するためにアルカリ性を示す。

イ 生理的反応

肥料の酸性・アルカリ性は、肥料本来の性質のほかに、土壌に施用したあとの変化も考慮する必要があり、このような性質によるものを生理的反応という。

例えば、硫安については、アルカリ性を示すアンモニウムイオンの作物への吸収量が、酸性を示す硫酸イオンの吸収量より多いため、硫酸イオンが土壌に残り土壌を酸性にする。

表6-13 肥料の化学的・生理的分類

分類	性質等	主な肥料	
化学的 反応	酸性肥料	酸性塩	リン酸アンモニウム、リン酸カリウム、リン酸石灰
		強酸と弱アルカリの塩	グアニル尿素
		遊離酸を含有	過リン酸石灰、重過リン酸石灰、硫安
	中性肥料	中性塩	硫酸カリ、塩化カリ、硝安
		有機化合物	尿素、CDU、BDU、ウレアホルム、有機質肥料
	アルカリ性肥料	アルカリ性塩	生石灰、消石灰、炭カル、水酸化苦土
強塩と弱酸の塩		重炭酸カリ	
過剰の石灰を含有		石灰窒素、熔成リン肥、ケイ酸質肥料	
生理的 反応	酸性肥料	作物による窒素やカリの吸収や土壌による硝化などで土壌を酸性化	硫安、塩安、硫酸カリ、塩化カリ
	中性肥料	作物による吸収や土壌への吸着などで土壌への影響が少ない	硝安、過リン酸石灰、尿素
	アルカリ性肥料	作物による吸収後、土壌にアルカリ性物質が残りアルカリ化する	硝酸石灰、石灰窒素、熔成リン肥