

第 7 章

肥料・土壌改良資材・堆肥の種類と特色

1. 肥料の需給と法改正等

1) 近年の肥料の需給

肥料の需要は、近年、農作物の作付面積の減少、環境保全型農業の推進などを背景に減少傾向にある。特に、平成19年～20年にかけては急激に需要が低下した。

平成19年～20年にかけての需要低下の要因としては、肥料価格の高騰が大きく影響している。平成20年以降、肥料原料および肥料の輸入価格は、中国やインドの食料増産、米国、ブラジル等のバイオ燃料の増産等による肥料需要が増加する一方で供給は限られていること等から急上昇した。その後やや低下したものの、肥料の原料であるリン鉱石、カリ鉱石は国内では産出せずほとんどを輸入に頼っており、肥料原料の輸入価格が令和3年（2021年）から上昇傾向にあることから、高度化成肥料等の小売価格も上昇している。

最近における主な肥料の需給動向の特徴としては次のようなことがあげられる（表7-1）。

①平成20肥料年度（平成20年7月から平成21年6月まで）の肥料価格高騰で需要は落ち込んだが、その後回復することなく横ばいから漸減傾向で推移している。

- ②無機質主体の複合肥料だけでなく有機質肥料の生産も減少し、施肥量が減少傾向にある。
- ③特殊肥料の生産は増加傾向にあるが、中でも堆肥の増加が大きい。
- ④汚泥肥料の生産は漸減傾向にある。
- ⑤混合堆肥複合肥料の生産は増加傾向にある。

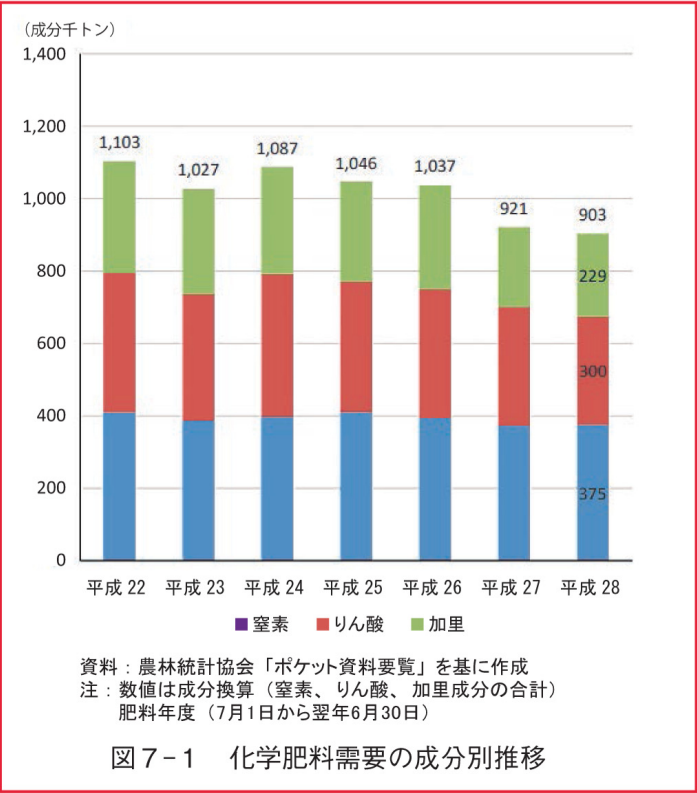


表 7-1 複合肥料と有機質肥料等の生産実績の推移

(単位：トン)

肥料名	平成 29 年	平成 30 年	令和元年	令和 2 年	平成 29 年と令和 2 年の対比 (%)
複 合 肥 料	1,436,920	1,431,723	1,349,751	1,316,076	91.6
混合堆肥複合肥料	6,392	6,841	7,193	8,854	139.0
指 定 配 合 肥 料	1,387,022	1,396,771	1,372,148	1,372,947	99.0
汚 泥 肥 料 等	1,395,198	1,370,916	1,345,875	1,274,979	91.4
有 機 質 肥 料 等	1,837,912	1,773,811	1,711,213	1,621,315	88.2
特 殊 肥 料	7,372,040	6,877,276	7,816,200	7,740,496	105.0
(内) 堆 肥	(6,174,577)	(5,748,298)	(6,756,277)	(6,763,068)	(109.5)

資料：農林水産省

2) 肥料法改正の背景等

土づくりの重要性は昔から認識されていたが、堆肥の施用量は減少傾向にあり、農林水産省の土壤環境基礎調査結果によると、水田土壌の可給態窒素含量は2割程度が不足していた。堆肥を施用せずにダイズを水田で連作すると、土壌の可給態窒素含量が減少し、収量も低下する事例が見られている。

畑や果樹園等では、窒素・りん酸・加里を中心とした画一的な施肥法等により、ほう素やマンガン等の微量元素の欠乏や養分バランスの崩れがもたらすカルシウム等の欠乏症などが発生している。施設園芸では、肥料成分が降雨で溶脱しにくいことから、りん酸や加里が土壌蓄積し、過剰になっている圃場が多く見られる。

こうした中で、今後、地力を高めていくとともに、土壤診断に基づく適正施肥を一層推進していくことが重要となっている。

また、化学肥料原料価格の国際市況の影響を受けにくい生産・供給体制を整備していくため、国内で

調達可能な堆肥等のリサイクル資源や未利用資源を活用促進していくことが重要となってきた。

このような背景のもとに、令和元年に肥料制度の見直しが行われ、肥料取締法が「肥料の品質の確保等に関する法律」（以下、「肥料法」という）と名称変更され、改正がなされた。

3) 肥料の定義と分類

肥料法では、肥料について、「植物の栄養に供すること又は植物の栽培に資するため土壌に化学的変化をもたらすことを目的として土地に施される物及び植物の栄養に供することを目的として植物に施される物をいう」と定義している。したがって、栄養分として土壌に施されるものだけではなく、土壌pHを矯正するものや葉面散布などの形で施されるものも肥料となる。

一方、養分としてではなく、土壌の物理性等土壌の改質のみを目的とした資材は、肥料には含まれない。

表7-2 普通肥料と特殊肥料の分類

肥料の種類		成分、特徴など
普通肥料	窒素質肥料、りん酸質肥料、加里質肥料、石灰質肥料、けい酸質肥料、苦土質肥料、マンガン質肥料、ほう素質肥料	窒素、りん酸、加里、石灰、苦土、けい酸、マンガン、ほう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。他の肥料では、りん酸とマグネシウムを含む熔成りん肥のように2以上の主成分を含むことがある。ただし、窒素、りん酸、加里のうち、いずれかの2成分以上を含む肥料は複合肥料となる。
	副産系肥料等、液状肥料、菌体肥料、家庭園芸用複合肥料、吸着複合肥料	肥料成分を含む産業副産物を原料とした肥料で、副産系肥料等（副産窒素肥料、副産りん酸肥料等）を統合した規格で、比較的肥料濃度の薄い家庭園芸用複合肥料も含まれる。さらに、改正前に複合肥料に含まれていた液状複合肥料も液状肥料として整理された。
	複合肥料	三要素（窒素・りん酸・加里）の2成分以上を含む肥料。 <u>化成肥料、配合肥料、混合堆肥複合肥料が該当する。</u>
	微量要素複合肥料	マンガン、ほう素の2成分を含むかこの2成分に苦土を含む肥料で三要素は含まない。
	有機質肥料	動植物由来の肥料で、窒素またはりん酸、加里を少なくとも1%以上含み、 <u>その合計量が肥料の種類ごとに公定規格に適合するもの</u> 。特殊肥料に指定された肥料は該当しない。
	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恐れがある農産物が生産されるものとして政令で定める普通肥料。 <u>現在、該当する肥料はない。</u>
	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、混入できる物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）、ペントナイト、硝酸化成抑制材などは、肥料効果の発現促進、肥効調整のための材料として扱われており、この欄でいう混合を許される物とはしない。
特殊肥料	<u>指定混合肥料</u>	<u>登録を受けた普通肥料と普通肥料同士を配合・造粒した肥料のほか、普通肥料、特殊肥料または土壌改良資材を原料として配合・造粒等がされた肥料。</u> 新規に登録する必要はなく、届出のみで生産、輸入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堆肥、自給肥料など農林水産省告示で指定された肥料 <u>および新たに指定された混合特殊肥料（特殊肥料同士を混合）をいう。</u>

肥料法では普通肥料と特殊肥料に大別され、普通肥料は、農林水産大臣が定める公定規格に適合した肥料でなければ生産・輸入を行うことができず、銘柄ごとに農林水産大臣または都道府県知事の登録を受ける必要がある。

特殊肥料は農林水産大臣の指定する米ぬか、堆肥等で、生産・輸入を開始する前までに、都道府県知事に届出をする必要がある。

ア、普通肥料

普通肥料は、特殊肥料以外の全ての肥料と定義されており、硫酸アンモニアや塩化加里等の無機質肥料、魚かす粉末や大豆油かす粉末等の有機質肥料、2以上の肥料成分を含んだ化成肥料や配合肥料などである。令和元年度に改正された肥料法では、これまで配合を認められていなかった堆肥等の特殊肥料と化成肥料等の普通肥料、そして土壤改良資材との配合が可能となる指定混合肥料の制度が創設された。また、指定混合肥料は公定規格のない普通肥料で、農林水産大臣または都道府県知事に生産または輸入を行う前までに届出を行うことで生産・輸入が可能となった。なお、普通肥料は保証成分量（主成分の含有量）や正味重量を記載した保証票の添付が義務づけられている。

イ、特殊肥料

特殊肥料は、魚かす、米ぬかのような農家の経験と五感によって識別できる肥料である。

特殊肥料については品質の保全および公正な取引の確保のため特別な措置を要しないことから、登録の義務等はないが、その生産または輸入に際しては都道府県知事に届出を行う必要がある。

また、堆肥と動物の排せつ物、混合特殊肥料（専ら特殊肥料が原料として配合された肥料）は、その品質が多様であり、施肥を適正に行う必要があるとの観点から品質表示基準が定められ、窒素全量等の主成分の含有量や炭素窒素比、使用した原料等の表示を必要としている。

ウ、保証成分量

肥料法では普通肥料に、生産業者保証票または輸入業者保証票の添付を義務付けている。この保証票に記載すべき内容は、登録時の「肥料の種類、肥料の名称、保証成分量、生産業者の氏名、住所等」である。保証成分量は、含有される肥料成分の最小量を百分率で表したものであり、保証票添付者にとっては責任を持って自己の肥料の品質を表示する証票となるものである。また、利用者にとっては施肥設計をする場合の根拠データとなるものである。

2. 肥料の主な種類と特性

1) 窒素質肥料

作物は、多くを硝酸イオン、作物によってはアンモニウムイオンの形で窒素を吸収している。作物は、無機態窒素のみではなく、尿素や低分子のアミノ酸など有機態窒素として吸収していることも明らかとなっているが、根あるいは葉から吸収できる量は少ない。

窒素は土壌中では一番不足しやすい栄養素の一つである。公定規格では、窒素成分の評価形態としてアンモニア性窒素、硝酸性窒素、窒素全量（尿素態窒素や尿素誘導体、シアナミド態窒素）がある。なお、有機質肥料の窒素成分については、別途11)有機質肥料の項目において記述する。

窒素質肥料は、アンモニウム塩または硝酸塩を含

むものとして硫酸、塩安、硝酸石灰などが代表的でこれらは水に溶けやすく速効性である。また、土壤施用後に分解されて無機態窒素に変わるものとして、尿素、化学合成緩効性窒素肥料（IB窒素、CDU窒素、ウレアホルム窒素、石灰窒素等）などがある。

尿素は、低温条件の場合を除き速やかに無機化するため速効性である。これに対し、化学合成緩効性窒素肥料は土壌中で加水分解や微生物分解によりアンモニア態窒素を経て硝酸態窒素にゆっくり変化する。

また、樹脂系の被膜や硫黄で被覆することで窒素成分の溶出をコントロールするものとして被覆窒素肥料があり、化学合成緩効性窒素肥料も含めて緩効性窒素肥料という。

窒素質肥料はアンモニアを原料物質として製造されているが、現在では合成アンモニアを直接原料とすることはなくなっており、製鉄工業、繊維工業などの他産業で生じた廃硫酸や廃アンモニア、排ガス中に含まれる硫黄分などを肥料として回収する場合が多い。また、窒素質肥料の利用形態の多くは、配合肥料、化成肥料としてりん酸、加里などと併せて施用される場合が多い。近年は、化成肥料の窒素原料としてはりん安が使われることが多い。無機質窒素肥料の概要は以下のとおりである。

ア、アンモニア態窒素肥料

(ア) 硫 安

硫安は速効性の生理的酸性肥料でアンモニア態窒素として20.5%以上を含む。硫安は水田や畑作などで基肥、追肥のいずれにも広く利用されており、日本においては最も一般的な無機質窒素肥料といえる。肥料として硫安を特色づけるのは、副成分として含まれる硫酸イオンであり、これが他のアンモニア態窒素肥料とは異なった肥効および残存効果を示す。畑土壌中の硫酸イオンはほとんど土壌に吸着されず、その一部はカルシウム、マグネシウムなどの塩基を伴って流亡し、土壌を酸性化する。この場合には、炭カル、消石灰などの酸度矯正資材を施用して、適正な土壌pHに改良する必要がある。硫安の硫酸イオンすなわち硫黄は作物の必須元素であり、タンパク質代謝と関係が深い。

(生理的酸性肥料、生理的アルカリ性肥料、生理的中性肥料)

- ①生理的酸性肥料：化学的には中性であるが、植物に肥料成分が吸収された後に酸性の副成分が残り、土壌のpHを下げる肥料で、硫安、塩安等がある。
- ②生理的アルカリ性肥料：植物に肥料成分が吸収さ



写真7-1 硫 安

写真提供：JA全農

れた後にアルカリ性の副成分が残り土壌のpHを上げる肥料で、石灰窒素等がある。

- ③生理的中性肥料：植物に肥料成分が吸収された後に土壌に酸性やアルカリ性になる副成分を残さない肥料で、硝安、尿素等がある。

(イ) 塩 安

塩安は硫安と同様に速効性の生理的酸性肥料であり、アンモニア態窒素として25%以上を含む。主に水稻に使用され、基肥、追肥のいずれにも適する。塩安は副成分として塩素イオンを含んでおり、この塩素イオンが土壌の化学性や作物の栄養生理に影響を及ぼす。一般に、塩化物はほかの塩よりもイオン化されやすく、また、土壌中で難溶性塩を形成しないので、ほかの窒素質肥料より土壌溶液のEC（電気伝導度）や浸透圧を高める。畑土壌で塩安が多量に施用されると、作物は発芽・濃度障害が発生する場合があります、その危険性は硫安より高い。

また、塩安は硫安より土壌酸度を高める傾向がある。これは、塩安と硫安を施用すると塩安は土壌中のカルシウムと結合して塩化カルシウムを、硫安は硫酸カルシウムを形成するが、前者は後者より水に溶けやすく、カルシウムを伴って流亡しやすいからである。

塩安は、水稻に施用すると節間を短くし、倒伏を防止する効果があるとされている。また、硫化水素などの発生によって起こる秋落ち水田では、硫黄を含まない塩安の施用が勧められている。一方、ジャガイモのようなデンプンを集積する作物では、塩安は日照不足の際、デンプンの生成を阻害するといわれ、また、タバコでは塩素含有率が高くなると、火付きが悪くなるといわれており、これらの作物では塩安は一般に使用されていない。

(ウ) りん安

りん安の形の窒素は、ほかの形の窒素に比べて、よく土壌に吸着される。ほとんどが高度化成用やBB肥料の原料として使用されるため、単品としての使用は少ない。

製造方法は、りん酸液にアンモニアガスを吹き込んで反応させて作る。

- *リン酸一アンモニウム（比較的アンモニアが少なく弱酸性を呈する）
- *リン酸二アンモニウム（比較的アンモニアが多くほぼ中性を呈する）

イ、硝酸態窒素肥料

(ア) 硝酸石灰（ノルチッソ、ノルウェー硝石）

硝酸石灰は、溶解度、吸湿性の高い生理的アルカリ性肥料で、硝酸態窒素として10%以上、多くは13%を含む。硝酸態窒素は、速効性の窒素肥料で、流亡しやすいが追肥としては効果が高い。また、硝酸態窒素は、低温条件下での作物吸収がアンモニア態窒素や尿素態窒素より良好である。副成分としてカルシウム（CaO）を25%程度含んでいる。このカルシウムは、水溶性で吸収されやすく石灰欠乏対策として野菜などに利用されている。

(イ) 硝酸ソーダ（硝酸ナトリウム、チリ硝石）

硝酸ソーダは、溶解度、吸湿性が高く、ナトリウムを含む生理的アルカリ性肥料で、硝酸態窒素を15.5%以上含む。ナトリウムを含むため、使われる作物の種類は少なく、ナトリウムの施用効果が高いテンサイなどに使用されている。

ウ、アンモニア態および硝酸態窒素肥料

(ア) 硝安

硝安は、アンモニア態窒素と硝酸態窒素を1:1含有する窒素質肥料で、溶解度、吸湿性が極めて高い。窒素含有率が高く、硝酸態窒素、アンモニア態窒素をそれぞれ16.0%以上含んでおり、17.5%程度含むものが多い。両者とも窒素成分として作物に吸収されるから、土壤に副成分が残ることのない生理的中性肥料である。水田では硝酸態窒素が、水の地下浸透による流亡が多いので基肥には不向きである。

単肥では液肥として野菜や果樹の追肥に用いられるが、そのほとんどは硝酸態窒素を含む化成肥料の原料として使われている。

エ、石灰窒素

石灰窒素は、窒素全量を19～21%程度含む塩基性肥料であり、生理的アルカリ性肥料である。窒素の形態はカルシウムシアナミドであり、土壤に施用されると加水分解で尿素に変化し、土壤中の微生物が生成する酵素ウレアーゼによってアンモニア態窒素に変わる。このアンモニア態窒素は土壤によく吸着する性質を持っている。一部のシアナミドはジシアンジアミドに変化するが、この化合物が硝酸化成作用を抑制する効果があり、この作用でアンモニア態窒素として土壤中に長く保持されて、徐々に硝酸

態窒素に変わることによって緩効的な肥効を示す。

一方、カルシウムシアナミドは土壤溶液に溶けてシアナミドを遊離し、殺虫、殺菌、除草効果があり、その特性を利用して土壤中の病虫害防除、雑草防除の農薬として登録されている。シアナミドが尿素、アンモニアに変わるのに一定の期間が必要であり、一般に施肥後一週間程度の期間を空けて播種や定植を行う必要がある。

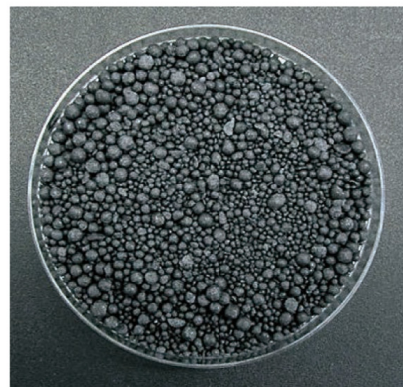


写真 7-2 石灰窒素

オ、尿素態窒素肥料

(ア) 尿 素

尿素は、窒素全量として43%以上含む速効性肥料で、窒素全量46%を含むものが多い。随伴イオンを含まない生理的中性肥料で溶解度や吸湿性は高い。土壤中ではウレアーゼを有する微生物の作用により炭酸アンモニウムまたは重炭酸アンモニウムに変化する（アンモニア化成）。炭酸アンモニウムはそれ自体高pHであり、土壤pHが高まり、亜硝酸が集積し障害の発生することがある。尿素は、高温時で表面施用した場合、特に高pH土壤ではアンモニアガスが揮散しやすく、作物の発芽や初期生育に対して害作用を及ぼす場合がある。したがって、尿素的基肥施用に当たっては覆土を十分にを行い、アンモニア揮散を防止することが重要である。尿素は、分子状でも作物に吸収されるが、大部分はアンモニア態窒素、硝酸態窒素に変化したのち吸収される。尿素的硝酸化成速度は一般に硫酸安や塩安よりも速く、速効的である。

尿素は、単肥として利用されるほか、窒素成分が高いため、高成分の化成肥料の原料としても使用される。

このほか、尿素系肥料として、尿素を縮合反応させて緩効的に窒素が効くようにしたものがある。



写真7-3 尿 素

写真提供：JA全農

表7-3 緩効性の尿素系窒素肥料の種類

肥料の種類	特 徴
IB窒素（イソブチルアルデヒド縮合尿素）	窒素全量28%以上 <u>を含み、多くは31%である</u> 。大粒ほど緩効的である。芝では単用されるが、化成肥料、配合肥料の原料として使用される。加水分解により肥効を現す。
CDU窒素（アセトアルデヒド縮合尿素）	窒素全量28%以上 <u>を含み、多くは31%である</u> 。ほとんど水に溶けない。主として微生物分解により肥効を現すが、pHが低い場合は主に加水分解される。分解過程で特定の微生物（主に細菌、放線菌）が増殖し、土壤微生物相や土壤物理性の改善が期待できることが知られている。化成肥料原料としても使用される。
ホルム尿素（ホルムアルデヒド加工尿素）	窒素全量35%以上 <u>を含み、多くは40%以上である</u> 。主として微生物分解により肥効を現す。単肥としての使用は少なく化成肥料原料として使用される。

2) りん酸質肥料

りん酸質肥料の原料となるリン鉱石は、アパタイト構造をしており、そのままでは植物が利用できない。植物が利用できる形態にするため、硫酸と反応させて過りん酸石灰を製造したり、電気炉中で苦土含有物と混合して熔融した非結晶質の熔成りん肥等の資材が肥料として利用されてきた。

リン酸を供給する肥料としては、過りん酸石灰や熔成りん肥、苦土重焼燐（加工りん酸肥料）等があり、最も多いものにりん酸アンモニウムがある。この肥料はりん酸と窒素を含んでおり、2成分を含むため、これまでは化成肥料に分類されていたが、新たな公定規格では単一化合物としてりん酸アンモニアに分類された。公定規格では、りん酸成分の評価

形態として、りん酸全量、く溶性りん酸、可溶性りん酸、水溶性りん酸がある。このうち、りん酸全量是有機質肥料で保証できる成分であり、別途11)有機質肥料の項目で記述する。

（りん酸の溶解性の特性）

① く溶性りん酸（CPと表記される）

く溶性りん酸は、作物の根から分泌される有機酸（根酸）により溶解、吸収されるりん酸成分である。2%のクエン酸に溶解するりん酸で、ゆっくり根から吸収される。りん酸マグネシウムや非晶質の熔成りん肥等が該当する。

② 可溶性りん酸（SPと表記される）

作物には水溶性りん酸と同様によく吸収・利用される。水溶性りん酸と可溶性りん酸を併せて含む過りん酸石灰のほか肥料と水溶性りん酸を含まない成形複合肥料等がある。リン酸二カルシウムが該当する。

③ 水溶性りん酸（WPと表記される）

水に溶けるりん酸（成分としては水溶性のリン酸一カルシウムが主体）で、速効的に根から吸収される。過りん酸石灰に含まれる水溶性の成分やりん酸が該当する。

ア、過りん酸石灰（過石）

（過りん酸石灰の肥効の特性）

過りん酸石灰は、水溶性りん酸を主成分とする速効性肥料で、生育期間の短い作物、根系の発達の悪い作物に効果がある。一方、リン酸吸収係数の高い火山灰土壌においては、この水溶性りん酸は、土壌中のアルミニウムなどと結合し、作物に吸収されにくい形態に変化する。したがって、施用に当たっては、堆肥と混ぜて施用することや、石灰を施用してアルミニウムの活性を弱めることが必要となる。

過りん酸石灰には若干の遊離りん酸が含有されるため化学的には酸性を呈するが、生理的には中性肥料で、連用しても土壌pHを低下させない。過りん酸石灰の約60%を占める石こうはカルシウムと硫黄の給源となる。

（過りん酸石灰の使い方と留意点）

水田では硫酸イオンを含んでいるので、老朽化水田や湿田への使用はなるべく避けたい。

施用する場合には、耕起時に鋤き込む。火山灰水田ではりん酸が土壌に吸着されやすいので、やや増施の方が良い。また、冷水がかかったり、日照不

表 7-4 過りん酸石灰と熔成りん肥との特性比較

	過りん酸石灰	熔成りん肥
①性状	灰白色粉状、粒状	淡緑色砂状、粒状
②組成 (肥料成分と保証量)	可溶性りん酸 <u>15~20%</u> 水溶性りん酸 <u>13~15%</u>	く溶性りん酸 <u>16~25%</u> く熔性苦土 <u>11~15%</u> 可溶性けい酸 <u>19~25%</u>
(副成分)	石灰、硫酸	石灰
③水に対する溶解度	+	-
④水溶液の酸度	酸性	塩基性
⑤土壤に及ぼす影響	中性	塩基性
⑥吸湿性	+	±
⑦肥効	速効性	緩効性
⑧使用上の注意	水に溶けやすく、作物に吸収されやすい。 60%前後の硫酸カルシウムを含む。 基肥・追肥によい。	無硫酸根肥料。 火山灰土壤、酸性土壤に好適。 炭カル80%に相当する酸度矯正効果がある。基肥として使う。

足などで水稻の初期生育が悪い水田では、根の付近にりん酸が届くように施肥すると効果がある。

畑に施用する場合は、土壤との接触をさけるために、播種溝や植え溝に堆肥や有機質肥料とともに施し、薄く覆土するのが理想的である。これは過りん酸石灰が水溶性のりん酸を含み、土壤中の鉄やアルミニウムと結合し、不溶性になるのを防ぐためである。

火山灰土壤や酸性土壤は、活性の鉄やアルミニウムが多いので、やや多く施用するとともに、石灰質肥料を施し酸性改良した上で過りん酸石灰を施用するか、堆肥と混ぜて施用するなど肥効が落ちないように工夫する必要がある。

イ、熔成りん肥（熔りん）

熔成りん肥（熔りん）は、普通水田、熟畑農地の土壤では水溶性りん酸と同等の肥効を示すことが多い。老朽化水田ではけい酸や苦土を含有する無硫酸根肥料として肥効が高い。また、熔りんは、く溶性りん酸を主成分とする緩効性の肥料で、弱アルカリ

性を呈する塩基性肥料であるため、火山灰土などのりん酸固定力の強い酸性土壤でも高い肥効が認められ、土壤の酸性改良にも適している。さらに、副成分として作物の必須成分を多く含んでいるが、特に苦土含有率が高いため苦土欠乏土壤では苦土補給の面からも有効である。

このように熔りんの肥効の特色としては、土壤に吸着・固定されにくいことと、副成分の苦土等の供給があげられる。

なお、熔りんの肥効を上げる方法としては、過りん酸石灰あるいは堆肥との併用が知られている。水溶性の過りん酸石灰などと併用すると、過りん酸石灰が速効性なので作物の初期生育を確保できる。また、堆肥との併用では、溶出したりん酸と土壤との接触が少なくなり、土壤によるりん酸の固定量が減少する。

ウ、苦土重焼りん

苦土重焼りんは、水溶性りん酸とく溶性りん酸の両方を含んでいるので、水溶性りん酸がまず根から

表 7-5 主なりん酸質肥料の成分

(%)

肥料名	可溶性りん酸	水溶性りん酸	く溶性りん酸	石灰分	苦土分	アルカリ	けい酸
過りん酸石灰	<u>15~20</u>	<u>13~15</u>	—	25	—	—	—
苦土重焼りん	—	16	35	20	4.5	—	—
熔 り ん	—	—	<u>16~25</u>	29	<u>11~15</u>	<u>40~50</u>	<u>19~25</u>

備考：このほか、りん酸肥料としては、重過りん酸石灰、重焼りん、腐植酸りん肥などがある。

吸収され、引き続き、く溶性りん酸が効くという特徴があるので肥効は持続性がある。また、りん酸含量が高いため、省力的に施用できる。

苦土重焼りんは、マグネシウム、カルシウム、けい酸などりん酸以外の成分を含んでいるため、土壤改良資材としても利用できる。生理的には中性の肥料である（表7-5）。

3) 加里質肥料

カリウム鉱石を原料とした肥料は、塩化加里、硫酸加里等があるが、いずれもカリウム鉱石を採掘し、浮遊選鉱などにより不純物を少なくしたものであり、水溶性加里を含んでいる。単肥としても使われるが、多くは複合肥料の原料として使われている。

公定規格では、加里の評価形態としてはクエン酸溶液に溶ける成分（く溶性加里）と水に溶ける成分（水溶性加里）に大別される。カリウム塩の肥料は水溶性で速効性だが、我が国で開発されたけい酸加里肥料は、水には溶けず、2%クエン酸に溶ける緩効性の加里肥料である。

ア、硫酸加里

硫酸加里は、水溶性加里を45%以上含む速効性の加里肥料であり、50%程度を含むものが多い。施肥後、随伴イオンである硫酸イオンが残る生理的酸性肥料であるが、土壤中でカルシウムと反応して石こうとなるため濃度障害は受けにくい。単肥よりも化成肥料や配合肥料の原料になり、野菜、花きや果樹などに多く使われる（写真7-4）。



写真7-4 硫酸加里

写真提供：JA全農



写真7-5 塩化加里

写真提供：JA全農



写真7-6 ケイ酸加里

イ、塩化加里

塩化加里は、水溶性加里を50%以上含む速効性の加里肥料であり、60%程度を含むものが多い。塩化加里は、随伴イオンとして塩素を含む生理的酸性肥料である。塩安よりも塩素の含有率が少ないが、水に溶けやすく濃度障害などの原因になりやすい。粒状品は単肥での使用もあるが、主に化成肥料や配合肥料の原料として使われる。

塩化加里は、主に水稻で利用され、特に硫酸イオンを含まないため、還元状態で硫化水素が発生しがちな秋落ち水田で使われる（写真7-5）。

ウ、けい酸加里

けい酸加里は、ケイ酸カリウムとケイ酸マグネシウムなどを成分とする混合物である。く溶性加里を10%以上（通常20%程度）、可溶性けい酸を25%以上（通常34%程度）、く溶性苦土を3%以上（通常4%程度）含む緩効性の加里肥料で、く溶性ほう素を0.1%程度含む肥料である。公定規格では可溶性けい酸を評価（薄い酸に溶けるけい酸）している。別途6)けい酸質肥料の項目で記述する鉱さいけい酸質肥料（ケイカル）のけい酸も可溶性けい酸として評価している。

肥効の特徴として、緩効性の肥料のため加里の肥効の継続性が期待でき、けい酸の肥効は水稻の中間追肥でも効果が高い。けい酸は、窒素の過剰吸収抑制、米の品質向上、病害抵抗性の向上などが期待されるので水稻で多く使用されている。

また、環境負荷の原因となる成分が少ないことから施設栽培などでも使用されている（写真7-6）。

表 7-6 塩化加里と硫酸加里との特性比較

項 目	塩 化 加 里	硫 酸 加 里
①性状	無色または白色結晶	白色または灰白色
②保証成分	水溶性加里 60%	水溶性加里 50%
③水に対する溶解度	溶けやすい	溶けやすい
④水溶液の酸度	中性	中性
⑤土壤に及ぼす影響	生理的酸性肥料	生理的酸性肥料
⑥吸湿性	比較的吸湿しにくい。 梅雨期や夜間に気温が低下するときには吸湿の恐れがある。	吸湿性がなく安定である。ほかのほとんどの肥料と配合が可能である。
⑦肥効	速効性	速効性
⑧使用上の注意	副成分の塩素イオンは、ほかの塩基成分と溶解性の高い塩を作るため、多量に施用するとEC値を高め、濃度障害の一因となったり、石灰や苦土などを土壤から流亡させたりする恐れがある。 塩化加里は大部分の作物に施用できるが、とりわけ老朽化水田や湿田に対しては、無硫酸根肥料であるため適している。 しかし、塩素を嫌う作物では問題があり、イモ類では繊維が多くなり、タバコでは火つきが悪くなるといわれ、そのためこれらの作物では硫酸加里が施用される。	水溶性で速効性の加里肥料であり、全ての作物に使用できる。しかし、硫酸イオンを含むため、老朽化水田や湿田などでは使用を避けた方がよい。

備考：このほか、加里質肥料として腐植酸加里肥料、重炭酸加里などがある。

4) 苦土質肥料

苦土質肥料は、硫酸苦土肥料など苦土を主成分とする肥料のほか、副成分として苦土が含まれている肥料も多く、熔成りん肥、苦土重焼りん、りん酸マグネシウムアンモニウム（MAP）、けい酸苦土、苦土を保証する複合肥料などがある。

また、苦土質肥料には速効性の水溶性苦土を主成分とする肥料と緩効性のく溶性苦土を主成分とするものがある。

ア、硫酸苦土肥料（硫マグ）

硫酸苦土肥料（硫マグ）は、水溶性苦土（マグネシウム）を11%以上（通常は24～25%程）含む速効性の苦土質肥料であり、結晶水を多く含む7水物と少なく含む1水物がある。7水物は水に溶解しやすく溶解度も高いため、主に溶液栽培用の苦土供給元として使用されている。単独の施用では、苦土欠乏症対策として追肥や葉面散布で使用する。1水物は溶解度がやや低いが、吸湿性が低く安定性が高いため造粒しやすい。このため化学肥料の原料に使用される。また、造粒品はBB肥料の原料にも使用される。生理的に酸性の肥料である。

イ、水酸化苦土肥料（水マグ）

水酸化苦土肥料（水マグ）は、く溶性苦土を50%以上含む肥料で、多くは60%程度を含む。水酸化物のため、pHが極めて高い。

単肥としてよりも、化成肥料などの原料に用いられることが多い。

表 7-7 苦土質肥料の種類と土づくり効果

溶解性	肥料の種類	効果速度	施用上の注意点
水溶性	硫酸苦土 リグニン苦土 酢酸苦土	速効性	酸性のため土壤酸性の中和力がない。基肥・追肥として使える。
水溶性＋く溶性	加工苦土 腐植酸苦土 混合苦土	緩効性	ほかの肥料と混合できる。効果が持続するため基肥として使用する。
く溶性	水酸化苦土 副産塩基性苦土 炭酸苦土	遅効性	塩基性のため土壤酸性の中和力がある。効果が持続するため基肥として使用する。

資料：農業技術体系（原）

このほか、苦土質肥料としては酢酸苦土肥料（水溶性苦土を18%以上）、炭酸苦土肥料（く溶性苦土を30%以上）、腐植酸苦土肥料（く溶性苦土を3%以上、水溶性苦土を1%以上）等がある。

5) 石灰質肥料

石灰質肥料は、土壌の酸性を中和するとともに、植物体に対するカルシウムを供給する効果がある。それとともに、いくつかの副次的効果がある。

- ①石灰施用により有機物の分解が促進される。特に水田では稲わら鋤き込みが行われているが、その分解促進に役立つ。
 - ②土壌の酸性を矯正し、有害なアルミニウムを不可給態化するとともに、りん酸を吸収しやすくする。
 - ③キュウリ等のつる割病などフザリウムが病原菌となっているものは土壌が酸性に傾くと多発する。土壌酸性矯正によって病原菌の多発を抑制する。
- 石灰質肥料で酸性矯正に主に利用される肥料は、炭酸石灰(アルカリ分50%)、苦土石灰(アルカリ分55%)、消石灰(アルカリ分60%)、生石灰(アルカリ分80%)である。土壌に対して酸性中和力(酸性の改良度合い)が最も強いのは、生石灰、次いで消石灰さらに苦土石灰、炭酸石灰(炭カル)の順である。

生石灰と消石灰はともに土壌中での反応が速やかなため、化成肥料との同時施用は避ける必要がある(表7-8)。

このほか、普通肥料として認められている石灰質肥料には、貝化石肥料(貝化石粉末にバインダー(造粒促進材)を加えて造粒したものでアルカリ分35%、組成は炭酸カルシウムが大部分である)、副産石灰質肥料(アルカリ分35%程度)等がある。

また、アルカリ分が公定規格に達していないため、普通肥料としてではなく特殊肥料として流通しているものには、貝殻粉末、貝化石粉末、製糖副産石灰等があるが、改正された公定規格では、副産肥料が設定され、アルカリ分を5%以上含んでいれば普通肥料として登録することが可能となった。

なお、硫安、塩安、硝安、化成肥料などに、塩基性の肥料(石灰窒素、水酸化苦土、生石灰、消石灰、ケイカル等)を混合すると、塩基によって分解され、アンモニアがガスとなって揮散することがあるので注意する必要がある。

表7-8 主な石灰質肥料の種類・性状と土づくり効果

種 類	アルカリ分(%)	性 状	土壌中の反応	土づくり上の利点	土づくり上の注意点
生石灰	80	微粉状	速効性	- 効きめが速い。 - pHを7.0以上に上げることもできるため、根こぶ病などの発病を軽減できる。	- 水を加えて消石灰の形で使う - 生石灰施用7~10日後に化学肥料を施用する。植付けも同様。 - 土がアルカリ性になると微量元素欠乏が発生しやすいので注意する。
消石灰	60	微粉状	速効性	(生石灰と同じ)	- 消石灰施用7~10日後に化学肥料を施用する。植付けも同様。 - 土がアルカリ性になると微量元素欠乏が発生しやすいので注意する。
炭酸石灰 苦土石灰	50 55	微粉末 微粉末	やや遅効性 やや遅効性	- 三要素肥料と同時施用ができる。 - 施用後直ちに作付けできる。 - 苦土が同時補給される。	
混合石灰		顆粒状 (粉末状)	緩効性 (やや遅効性)	- 顆粒状の場合散布効率がよい。 - 成分量が高い場合肥料の運搬料が少量で済む。 - 溝施肥する場合に使いやすい。	アルカリ分を確認して余分の肥料を使わない。

資料：農業技術体系、鎌田

表7-9 石灰質肥料の同一酸度中和に要する資材量の比率

肥料名	アルカリ分(%) (保証・下限)	同一酸度中和に要する資材量の比率 (生石灰、苦土石灰100とした場合)	
生石灰	80	100	69
消石灰	60	133	92
炭酸石灰	53	151	104
苦土石灰	55	145	100

資料：農業技術体系、鎌田一部改変

6) けい酸質肥料

けい酸質肥料の多くは、鉄や銅などの合金を精錬する際に副産物として得られる 鉍さいである。岩石を構成するけい酸塩は溶解しにくく、直接、作物が吸収利用することは少ない。鉍さいけい酸質肥料(ケイカル)は、薄い酸(土壤溶液中の炭酸や有機酸)で徐々に溶けて、根から吸収される。アルカリ性なので酸性土壌の矯正にも広く利用されている。特に、水稻は大量にけい酸を吸収し、吸収したけい酸は表皮細胞に定着し、けい化細胞を作り組織が強化される。これにより、水稻の受光態勢等が良くなることから光合成能を高める効果がある。

また、けい酸を含む肥料として多く利用されるものとして、別途3)加里質肥料の項目で記述するけい酸加里肥料等がある。

ア、鉍さいけい酸質肥料(ケイカル)

鉍さいけい酸質肥料(ケイカル)は、可溶性けい酸が10%、アルカリ分が35%、く溶性苦土が1%以上保証された肥料で、可溶性けい酸を30%程度含むものが多い(そのほかく溶性苦土、く溶性マンガンおよびく溶性ほう素を保証することもできる)。

一般に、鉍さいけい酸質肥料(ケイカル)は、水稻に対してはけい酸の作物体細胞組織の強化の効果を目的に、畑作物に対してはアルカリ性であることから酸度矯正の効果を目的に施用される。

炭酸石灰や消石灰と比較して土壌の酸性を矯正する速度が緩やかなので、効果が長続きする。土壌酸性の矯正に使用する場合は、炭酸石灰より10~20%程度増量して施用する。

このほか、けい酸質肥料としてはシリカゲル肥料(可溶性けい酸80%以上保証)等がある。シリカゲル肥料は、土壌のpHを上昇させずにけい酸分の補給を行うことができる。このため、低めのpHが必要な水稻の育苗用に主に用いられている。

7) 複合肥料

肥料の三要素のうち二つ以上を含む肥料を複合肥料といい、その代表が化成肥料と配合肥料である。

化成肥料は化学的操作を加えたもの、あるいは肥料の種別(窒素質肥料とりん酸質肥料等)の異なる肥料を混合し、造粒、成形などを行った肥料をいい、

窒素、りん酸、加里の合計が30%以上のものを高度化成、30%未満のものを普通化成という。配合肥料は、原料肥料を物理的に混合した肥料である。

ア、化成肥料

化成肥料とは、肥料または肥料原料を単に混ぜ合わせたものでなく、これに化学的操作を加えたもので、肥料三要素(窒素、りん酸、加里)のうち2成分以上を含む肥料である。改正された公定規格では、主成分の合計量が2%以上とされた。

化成肥料は保証成分の合計量によって、30%未満の普通化成肥料(低度化成とも呼ばれている)と、30%以上の高度化成肥料とに分けられている。化成肥料の利点としては、次のような点があげられる。

- ①均一に施肥できる。
- ②原料の形態の組み合わせや粒の大小、硬軟などで肥効が調節できる。
- ③施肥しやすく、労力が軽減できる。
- ④貯蔵期間における吸湿、固結防止に効果的である。

三要素のうちりん酸が多いものを山型、逆に少ないものを谷型、同量のものを水平型などに分類される(図7-2)。

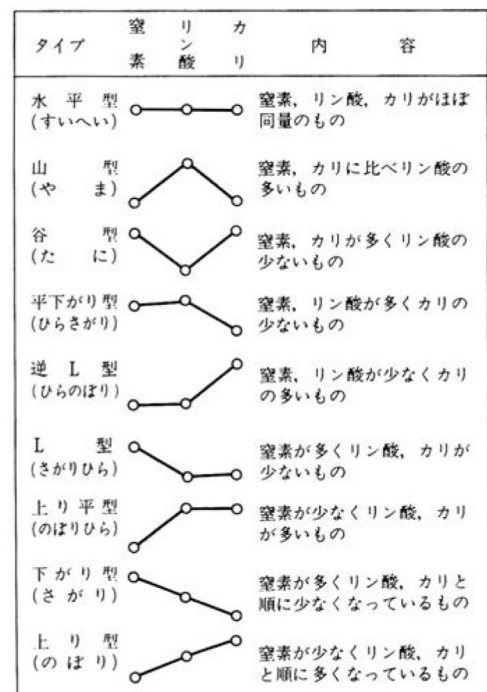


図7-2 三成分の比による化成肥料の分類

資料：土づくり資材大事典 (一部改変)

(ア) 普通化成肥料

(窒素源を基準とした分類)

肥効の面から作物の生育に最も関係のある窒素源を基準として、硫安系、尿素系、硝安系、石灰窒素

系などに分けられる。それらの特性については、窒素源の単肥とほぼ同じと考えてよい。

(イ) 高度化成肥料

一般に窒素の原料によって多くの種類があり、それぞれの特徴を持ったものが作られている。りん酸は、主にリン酸アンモニウム（りん安）が多く使われている。一部、過りん酸石灰を原料に用いる肥料がある。加里は硫酸加里または塩化加里が用いられる。

(ウ) 二成分複合化成肥料

化成肥料のうち二成分を含むものは、次の3種類に大別される。

① NK化成：窒素と加里を含むもの

水稻などの追肥用に広く使われており、窒素原料によって硫酸系、尿素入り、塩安系、硝安入りの4種類があるが、塩安系が主体となっている。

② PK化成：りん酸と加里を含むもの

基盤整備後の水田や造成後の草地、牧野によく使われている。

③ NP化成：窒素とりん酸を含むもの

実質的に原料の大部分がりん酸アンモニウム（りん安）である。なお、りん安は複合肥料の原料として使われ、単独で使われることはほとんどない。

イ、配合肥料

配合肥料は、原料となる単肥に化学操作を加えずに、2種類以上の単肥を用いて混合した肥料である。単肥に有機質肥料、化成肥料、特殊成分、微量元素資材など目的に応じて必要なものを配合する場合がある。公定規格では製品の肥料成分は、窒素、りん酸、加里のうち二成分以上を主成分としている。改正前の公定規格では主成分の合計量が5%であったが、法改正に伴って改正された公定規格では、主成分の合計量は2%以上を保証すればよいとされている。

配合肥料は化成肥料に比べ製造方法も設備も単純で、銘柄の切り替えが簡単にできるので、多銘柄少量生産が可能で、地域、土壌、作物に適した肥料の要望に容易に対応できる。この点が化成肥料と異なる大きな特色である。原料、形状、肥効の現れ方により、粉状配合肥料、粒状配合肥料（BB肥料）、有機入り配合肥料に分けることができる。

ウ、成形複合肥料（固形肥料）

成形複合肥料（固形肥料）は、硫酸、尿素、過りん酸石灰、塩化加里または硫酸加里などの原料肥料に良質の泥炭（木質泥炭）を20～45%加えて練り混ぜ、加圧、過熱して腐植質の有機物に肥料成分を吸着結合させて製造されたものである。型に入れてタドン状にしたもの（固形肥料）と皿型造粒機などで造粒したもの（造粒固形肥料）とがある。

固形肥料は、1個の重量が15g前後でかなり大きく、粒状固形肥料には用途に応じて3～6mm、3～9mm、6～12mmなど各種の粒径のものがある。

改正前の公定規格では主成分の合計量が10%であったが、法改正に伴って改正された公定規格では、主成分の合計量は2%以上を保証すればよいとされている。

この肥料の特徴としては、窒素、りん酸、加里が泥炭の腐植コロイドに吸着結合しているので、灌漑水や雨水による流亡損失が少なく、利用効率の高い肥料である。肥効の持続性は、普通の化成肥料に比べて長く、この傾向は粒形の大きいものほど明らかであり、低成分のものほど著しい。このように、成形複合肥料（固形肥料）は緩効的性格を持っているが、根が肥料の近くに届くと、その部分は肥料濃度が高いので、養分吸収が速まるという長所も兼ね備えている。この肥料中のりん酸は、肥料の粒形が大きいことと、泥炭中の腐植の作用によって、土に固定されにくく肥効が高い。固形肥料は、水稻用に開発されたものであるが、後に養蚕に適する桑用の肥料として生産量が増加した。さらに、緩効性があることから野菜用、果樹用、山林用にも多く使われている。

エ、混合堆肥複合肥料

混合堆肥複合肥料は、都道府県の行政サイドや農家からの要望を受けて平成24年（2012年）に公定規格が設定されたもので、堆肥と硫酸などの化学肥料と混合し、造粒または成型し加熱乾燥することを条件に認められた。原料となる動物の排せつ物を原料とする堆肥は水分量が多いため、天日乾燥や通風による乾燥は認められず、加熱乾燥を行うことを必須とする規格が設定された。また、公定規格の設定時には主成分の合計量が10%以上となっていたため、牛ふん堆肥を原料に使用することができなかった。

生産状況は、農林水産省の生産量の統計では平成29年に6,392トンであったものが、令和2年には、8,854トンと年々増加している。

改正された公定規格ではこれらの原料の制限があるものの、主成分の合計量が2%以上と緩和されたことから、牛ふん堆肥を原料に使用した混合堆肥複合肥料の製造が可能となり、製造量が今後増えることが見込まれる。

この肥料の施用効果については、既存の肥料と遜色がないとのデータが出されており、化学性としてりん酸の肥効率が高いこと、ペレット化していることで窒素の硝酸化成が遅いことから緩効性である点があげられる。機械施肥が可能な肥料であり、施肥後には土壌有機物の蓄積量が多くなるといった特徴を持っている。

8) 緩効性肥料

緩効性肥料は、化学合成緩効性肥料と被覆肥料とに分けられる。その概要は図7-3のとおりである。

ア、化学合成緩効性窒素肥料

化学合成緩効性窒素肥料は、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、尿素などの重合反応により製造される。土壌中における反応としては、加水分解や微生物分解を受けて有効化し、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。石灰窒素は、平成25年に化学合成緩効性窒素肥料に追加された(図7-3)。

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、溶融硫黄や熔りん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によるほか、樹脂中に溶出を調節する材料を加える方法があり、さらに、被膜を二重にして初期の溶出を抑え、ある時期以降急激に溶出するように工夫したものもある。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。樹脂系被覆肥料の特徴は、理化学的に安定な被膜によって内部の肥料と土壌とが隔離されていることである。肥料成分が溶出するのは、被膜内に侵入した水分が原料肥料を溶かし、溶液となった後外部にしみ出ることによる。

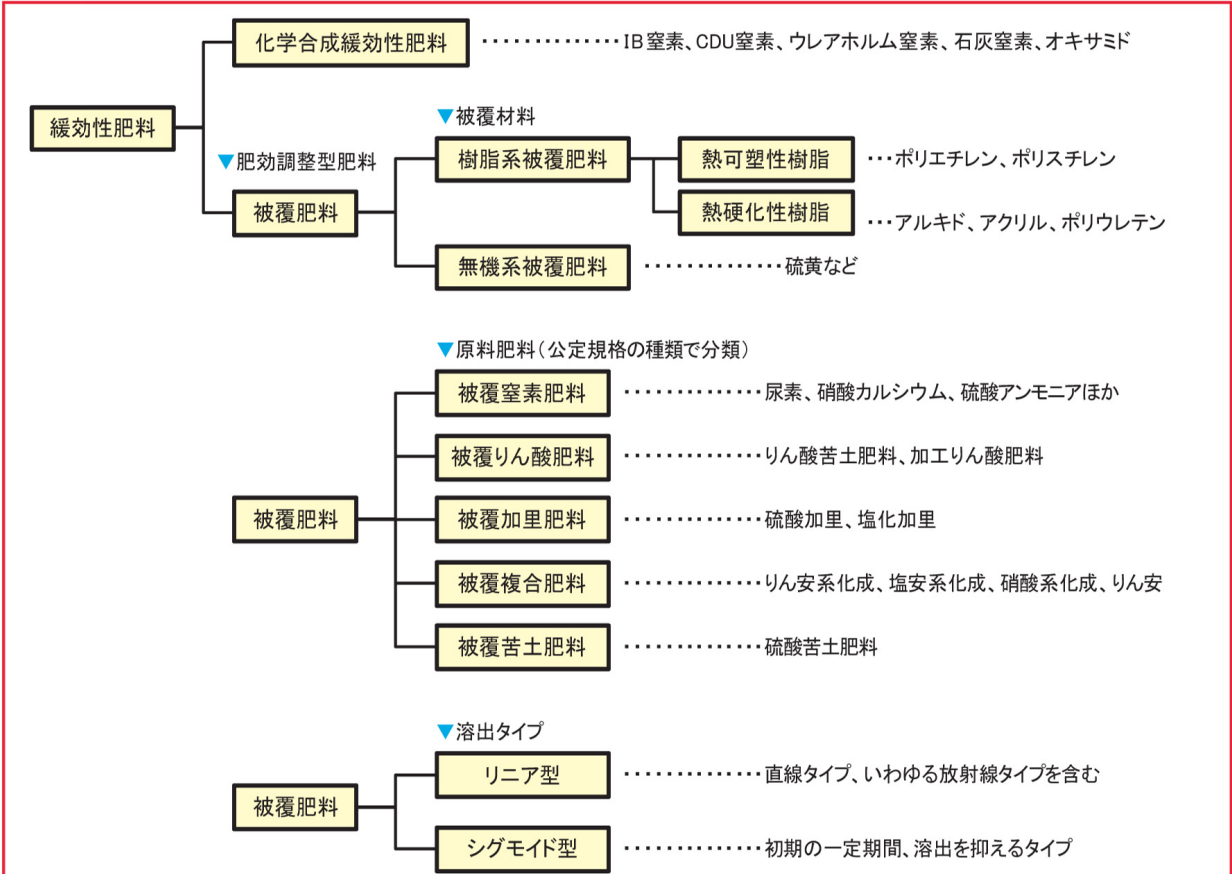


図7-3 緩効性肥料および被覆肥料の分類
資料：羽生 肥料土づくり資材大事典(一部改変)

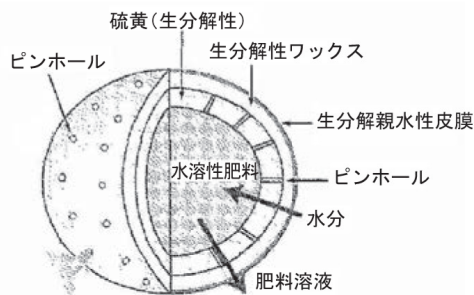


図7-4 硫黄被覆肥料の被覆構造と溶出メカニズム

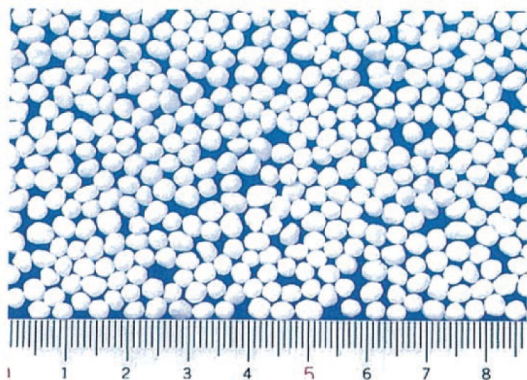


写真7-7 被覆肥料

写真提供：ジェイカムアグリ(株)

溶出期間は、水中（25℃）に含有成分の80%が溶出する期間で示している。

このような溶出パターンは温度の影響を受け、低温では遅く高温になるほど溶出は速くなる。一般的には作物の養分吸収パターンに合致するようにしているといえる。窒素が溶出する期間（日数）には、長短多数のタイプがある。

被覆肥料の特徴として、価格は単肥や化成肥料に比べて高いが、①施肥効率が低い（施肥量は少なく済む）、②追肥労力の節減が可能、③肥料成分の流亡が少なく環境にやさしい、などがあげられる。

近年、農業生産分野では、使用済みプラスチックの適正な処理や海洋への流出防止の観点から、肥料関係団体から緩効性肥料のプラスチック被覆殻の海洋流出防止に向けた取組方針が出された。また、被覆窒素肥料などの被覆肥料については、肥料法において、被覆原料として使用された硫黄やプラスチック材などの一般的な名称を容器に記載することの基準が定められた。

ウ、硝酸化成抑制材入り肥料

アンモニア態窒素は土壌粒子によく吸着されるので、雨水や灌水による地下水等への流亡は少ない。アンモニア態窒素は、微生物により硝酸態窒素に変

化する。しかし、硝酸態窒素は、土壌粒子への吸着力が弱いので、作物の根圏から流亡しやすく地下水等へ悪影響を及ぼすことが懸念される。こうしたことから、硝酸化成抑制材（硝化抑制材）入り肥料は、土壌中での硝酸化成作用を抑制するために開発された肥料である。この肥料は、窒素の流亡を防ぎ、長期間土壌中に窒素を保持できるようにしたものである。

9) ペースト肥料

ペースト肥料は、一定の粘性を有する高濃度成分の液状複合肥料である。水稻の田植機に搭載した専用の施肥機により、田植えと同時に苗の植付け株の側下へ局所的に側条施用するために開発された。

肥料の銘柄には窒素、りん酸、加里で12-12-12や10-16-12などがあり、ほとんどは水稻の基肥用に使われ、一部に畑作用のものが開発されている。

10) 葉面散布材

葉面散布材は、作物体に直接施用する肥料である。葉面散布材は、大部分が液体複合肥料か微量元素複合肥料であるが、カルシウム等単一成分の葉面散布材も多く市販されている。肥料の種類としては、液体複合肥料、液体微量元素複合肥料等がある。病虫害や寒害、風水害、干害、霜雪害など気象的障害を受けて作物の生育が不良となり、応急手当を要するときに多く用いられる。また、速効性が求められる養分欠乏障害などの生理障害対策に使われる。

葉に直接施用するために一般に効果が速く出る。尿素は散布後1～6時間で50%が吸収され、そのほかの成分も葉面からの吸収が速く、土壌施用よりも肥効が速く現れる。

葉面散布材は、ハウス野菜、果樹や花きで多く利用され、水稻、露地野菜や茶にも利用されている。液状複合肥料、液体微量元素複合肥料、粉末液肥などがあり、有機質成分を多く添加した「有機入り」という表示の液肥も多くある。この有機入り液肥には、原料としてアミノ酸酵母液、麦芽汁液の発酵生成成分、廃糖蜜アルコール発酵濃縮液、発酵母液、酵母エキス、食用ゼラチンなどが加えられている。

11) 有機質肥料

有機質肥料は、動植物質のものや有機性廃棄物を原料とした肥料をいい、微量要素も含むものが多い。また、有機質肥料は、一般に肥料効果のほかに土壌の物理性や生物性の改善効果もある。

有機質肥料が含む成分については、化学肥料と比較して全体的に低いものが多い。

有機質肥料の分解は、土壌中の微生物の働きによって、有機態の形から無機態へ分解されて始めて肥効が現われるため、一般に肥効は緩効的である。

有機質肥料はその分解過程で作物の根に障害になる物質やガスが発生することもあるので、有機質肥料施用後すぐに播種、定植するのを避けるか、播種、定植位置から離れたところに施用する。

主な有機質肥料としては、原材料別に見ると次のようなものがある。また、これらの材料を基に、施用後の急激な分解による農作物の植え傷みや悪臭発生の軽減・防止等を図るため発酵させたものや、養分バランスを考慮して各種有機物を配合したものが

表7-10 主な有機質肥料の一般的成分量

一般的な保証成分量 (%) 肥料の種類	窒素全量	りん酸全量	加里全量
魚 か す 粉 末	7.0～8.0	6.0～10.0	
甲殻類質肥料粉末	3.0～4.0	3.0～4.0	
肉 か す 粉 末	8.0～10.0		
蒸 製 て い 角 粉	14.0		
蒸 製 骨 粉	3.0～4.5	20.0～22.5	
なたね油かす粉末	5.3	2.0	1.0
落花生油かす粉末	6.0	1.0	1.0
米ぬか油かす粉末	2.5	5.5	1.5
加工家きんふん肥料	3.0～4.5	2.5～6.0	1.0～3.0
乾 燥 菌 体 肥 料	5.3	2.0	
混 合 有 機 質 肥 料	5.0～7.0	5.0～10.0	1.0

資料：千葉県

表7-11 黒ボク土における有機質肥料の有機態窒素分解率(%)

肥料名 埋設期間	魚かす 粉 末	乾血	大豆油 か す	なたね 油かす	米ぬか 油かす	豆腐 かす	乾燥 菌体
2週間	36	37	36	26	14	18	26
5週間	74	67	64	55	41	43	56
約2カ月	72	71	66	55	43	47	46
約4カ月	76	80	77	66	56	56	64

注：有機質肥料と土壌を混合したものをポリエチレン製不織布の袋に入れ、露地畑の深さ10cmに埋設し、埋設した袋を適宜掘り出し、袋に残存している窒素から分解率を算出

資料：千葉県

ある。

ア、動物質肥料

市販の動物質肥料は、主に魚類、獣類に由来する原料で作られ、窒素とりん酸が主たる肥料成分である。これには、魚かす、干魚、魚節煮かす、肉かす粉末、肉骨粉類などがある。

イ、植物質肥料

植物質肥料は、主に各種の植物油かすで、なたね油かす粉末、大豆油かす粉末、綿実油かすなどがある。成分としては、窒素を主とし、少量のりん酸、加里を含んでいる。

ウ、その他の有機廃棄物肥料

資源を有効に利活用するために、食品業や水産業などの産業から生じる有機廃棄物を肥料化したもので、乾燥菌体肥料、加工家きんふん肥料、汚泥肥料（コンポスト）などがある。

12) その他肥料

ア、微量元素肥料

作物が必要とする微量元素は、鉄、マンガン、ほう素、亜鉛、銅、モリブデン、塩素、ニッケルの8元素であるが、この中で欠乏する度合いが多い元素は、マンガンとほう素である。肥料法では、マンガン質肥料、ほう素質肥料とこれらとほかの普通肥料と配合した微量元素複合肥料を普通肥料の対象としている。

(ア) 主なマンガン質肥料

- ①硫酸マンガン肥料（水溶性マンガン10%以上）
- ②炭酸マンガン肥料（可溶性マンガン30%以上、く溶性マンガン10%以上）
- ③鉱さいマンガン肥料（く溶成マンガン10%以上）

(イ) 主なほう素質肥料

- ①ほう酸肥料（水溶性ほう素54%以上）
- ②ほう酸塩肥料（く溶性ほう素および水溶性ほう素を保証するもの、く溶性ほう素35%以上、水溶性ほう素5%以上）

イ、農薬その他の物が混入される肥料

肥料法で許される特殊な異物として農薬を混合し

た肥料である。

農薬施用と施肥が一度に作業できる利点だけでなく、農薬と肥料の相乗効果も期待できるなどの利点がある。

農薬入り肥料には、殺虫剤・殺菌剤入りのもの、

水稻の倒伏軽減剤入りのものなどがある。主なものとして、イネミズゾウムシ、ドロオイムシ対策用肥料、倒伏軽減剤入り肥料、タマネギバエ対策用肥料などがある。