

## 液状複合肥料

液体肥料は水を溶媒とする流動性のある液体状肥料である。通常の固形肥料に比べ、下記の特徴がある。

- ① 液体であるため、植物に吸収されやすく、肥料効果が速効性である。但し、効き目が早い分だけ持続性が短くなる。
- ② 製造が簡単で、製品の種類が多く、一要素だけもの、二要素または三要素を有するもの、三要素以外に特殊要素を加えたもの、さらに微量元素を含有させたもの、安定材、展着促進材など肥料効果を向上させるものを添加したものもある。但し、溶媒として一定量の水が存在しているため、肥料成分が低くなる。
- ③ 肥料濃度の調整は原液に水で薄めるだけである。施用しやすく、適時に適量だけ施すことができる。従来の過剰施肥による河川や地下水などの水質汚染を防ぐ効果がある。
- ④ 潮解、固結など肥料の施用を妨げる現象が起きない。但し、液体であるため、輸送や保管に漏洩する恐れがある。

液体肥料は概ねに下記の 2 種類に分けられる。

1. 液状単肥 (Liquid straight fertilizer) : アンモニア水、尿素硝安溶液 (UAN) など一要素だけの肥料である。化成肥料に属しない。
2. 液状複合肥料 (Liquid compound fertilizer) : 窒素、りん酸、カリのうち二要素以上、合計最小含有量が 8%以上の肥料取締法の規格規定に満たす液体状の化成肥料である。その形状と溶解状態により、ペースト肥料と液肥に分けられる。

本書はペースト肥料と液肥の加工方法を紹介する。液状単肥の製造方法は本書の姉妹編「肥料製造学」の関連章節をご参考ください。

### 一、 ペースト肥料

ペースト肥料 (Paste fertilizer) は、高粘度複合肥料とも呼ばれ、本邦特有の水稻側条施肥専用の化成肥料である。肥料成分の一部が溶解せず、微粒子として液体に分散して懸濁している状態で、固体と液体の両方の性状を有し、粘度が高く土壤中での拡散は極めて小さく、肥効が高いのが特長である。田植えの際に専用の田植え機を使って苗と一緒に施用させ、稻の根圏に留まり、肥料焼けしにくく、吸収開始も早いため初期生育を良くすることができます。粒状施肥がまだ開発されていない時代に、施肥効率が高くムダの少ない技術と評価されてきた。

水稻側条施肥用ペースト肥料として好ましい品質は次の通りである。

- ① 一定の粘度および流動性を有し、水稻用側条施肥機により適正に施用できること。ペースト肥料(高粘度品を除く)では、粘度の目安はファンネル粘度で 5~30 秒程度 / 500g(15°C) 程度とする。
- ② 不溶物の微粒子重量が 5%以下で、すべて懸濁状態で、沈殿物は原則として出ないこと。

③ 結晶の析出がないこと。ただし、結晶が微細に分散し、目詰まりなどの原因とならないことを除く。

④ 保存期間において、粘度の著しい変化、固液分離、結晶析出等施肥機による施用に支障となる変化が認められないこと。

## 1. 原料

ペースト肥料は主に溶解しやすく、不溶物が少ない肥料原料を使用する。

### 1-1. 窒素原料

窒素原料は主に尿素、硝安など完全水溶性のものを使う。特に尿素は窒素量が高く、安定性がよいため、選択されることが多い。

一方、肥効を長く維持するために、緩効性窒素としてホルム窒素 (UF)、イソブチルアルデヒド縮合尿素 (IB)、アセトアルデヒド縮合尿素 (CDU) などを加えることが多い。これらの緩効性窒素が不溶性であるが、比重が約 1.2~1.4 であるため、ペースト肥料の中に懸濁状態を維持して、沈殿分離することが少ない。

### 1-2. りん酸原料

りん酸原料は主にりん酸液、りん酸一加里、りん安などを使う。りん安は、不溶物の少ない精製りん酸一安 (MAP) を使う。

### 1-3. 加里原料

加里原料は塩化加里、硫酸加里を使う。水稻用であるため、硫酸加里より廉価の塩化加里を使う場合がほとんどである。

### 1-4. その他の原料

① 懸濁安定材：カルボキシメチルセルロース (CMC)、ポリアクリルアミド、でん粉などの水溶性高分子、または廃糖蜜、アルコール発酵濃縮廃液、アミノ酸発酵濃縮廃液などの液体状産業副産物がよく利用される。役割は溶液に粘度を与え、比重を増やして、不溶性の微粒子を懸濁させる。また、施用後、肥料が水稻の根圏にとどまるように土壤での拡散を抑制する。廃糖蜜、アルコール発酵濃縮廃液、アミノ酸発酵濃縮廃液などを使う場合は有機入りペースト肥料と呼ばれることが多い。

② 結晶析出抑制材：ポリりん酸またはポリりん酸の塩類、またはポリカルボン酸型高分子界面活性剤。役割は保管中に肥料成分の結晶析出を防止する。

③ pH 調整材：水酸化カリウムなど。ペースト肥料の pH を 6~8 に調整して、作物の生育に適するほか、肥料成分の結晶析出を防ぐ。

原料間の化学反応により不溶性沈殿の発生を防ぐため、硫安や硫酸加里などの硫酸化合物、カルシウム塩類、マグネシウム塩類を原則的に使用しない。

## 2. 生産工程

ペースト肥料の生産工程は図 1 に示す。

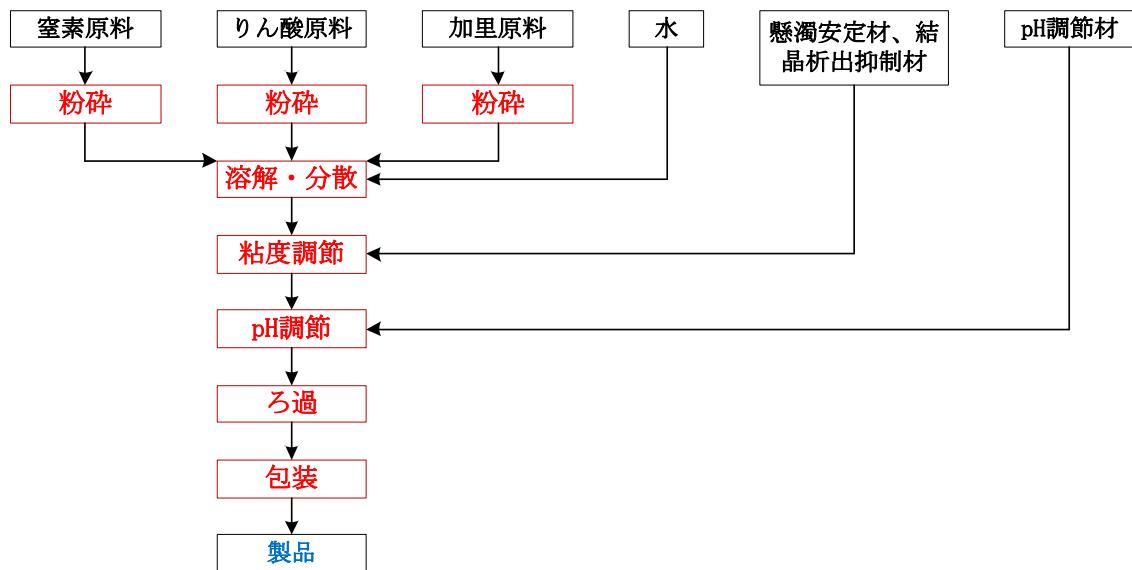


図 1. ペースト肥料の生産工程

まず、原料を溶解・分散しやすいようにそれぞれ粉碎する。特に緩効性窒素を使用する場合は、その粒子を長期間に懸濁して沈殿しないように 280 メッシュ ( $53 \mu\text{m}$ ) 以下に粉碎する。

粉碎した原料を処方通りに配合して、溶解槽に投入して、水を添加し、攪拌しながら溶解・分散させる。粘度を調節するため、懸濁安定材や結晶析出抑制材を添加して、さらに攪拌し混合・溶解させる。最後に pH 調節材を使って、ペーストの pH を調節する。

できたペースト肥料をろ過して、大きな結晶や塊などを取り除いてから容器に充填して、製品として出荷する。

市販されているペースト肥料の一部を図 2 に示す。



図 2. 市販されているペースト肥料の一部写真

## 3. 注意事項

ペースト肥料の主な品質問題は 2 層分離、結晶析出、増粘による流動性の悪化などであ

る。特に肥料は製造後数ヶ月以上、或いは 1 年以上を経て使用される場合は、保管期間中に冬期の低温、夏期の高温にさらされると、上記の問題が発生することが多い。

### 3-1. 2層分離の防止対策

ペースト肥料は、飽和状態の水溶液に多量の固形分を含有させているので、静置して固形分と液体分を上下に分離するいわゆる 2 層分離が発生しやすい。2 層分離を防止するには下記の手法がよく使われる。

① 懸濁安定化材を用いる。肥料原料と共にカルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、ポリエチレングリコール、リグニンスルホン酸ナトリウム、澱粉、アルギン酸ナトリウムなどの高分子物質を添加し、これら懸濁安定化材の作用によって固形微粒子にコロイド性を付与させ、ペースト肥料の安定化が図られる。廃糖蜜、アルコール発酵濃縮廃液、アミノ酸発酵濃縮廃液などの液体状産業副産物も同様の効果がある。

② 比重が 1.0~1.4 の固形分原料を使用する。緩効性窒素など不溶性の原料を配合する場合は、完成後のペースト肥料の比重に近い 1.0~1.4 のものを選ぶ。これにより懸濁安定性がよくなる。

③ 固形分を微粒子化にする。不溶性の原料を配合する場合は、280 メッシュ ( $53 \mu\text{m}$ ) 以下に粉碎してから使用する。これにより微粒子状の固形物がコロイド状になりやすく、懸濁安定性がよくなる。

### 3-2. 結晶析出の防止対策

ペースト肥料は飽和状態の水溶液に多量の固形分を含有させているため、低温に遭遇して溶解している塩類が溶解度の減少により結晶として析出することが多い。それを防止するには処方設計する際に、下記の 3 つを注意する。

① 硫安や硫酸加里などの硫酸化合物、カルシウム塩類、マグネシウム塩類など化学反応により不溶性の沈殿を生成しやすい原料を原則的に使用しない。

② 処方設計の際に温度による溶解度の変化の少ない原料を優先的に使用する。溶解度の変動による結晶析出量を減らす。

③ 結晶析出抑制材を添加する。ポリりん酸やポリりん酸の塩類、またはポリカルボン酸型高分子界面活性剤などは塩類の結晶析出を抑制する効果がある。

### 3-3. 流動性悪化の抑制対策

ペースト肥料は長期保管または冬季の気温低下により粘度が高くなり、流動性が悪く取り扱いが困難になることがある。それを抑制するには、下記の手法が使われる。

① 懸濁安定化材の使用量を適切にする。

② 数種類の懸濁安定化材を配合して使用する。

③ 高分子界面活性剤を添加する。

## 二、 液肥

液肥 (liquid fertilizer) は、液体の形をして、不溶物のない肥料のこと。通常、液体複合肥料として窒素、りん酸、加里を含有し、園芸などに利用される。

液肥として好ましい品質は次の通りである。

- ① 不溶物が全くないこと。
- ② 異臭など不快な匂いがないこと。
- ③ 発泡性など気体を発生しないこと。
- ④ 保存期間において、粘度の著しい変化、結晶析出等施用に支障となる変化が認められないこと。

### 1. 原料

液肥は溶解しやすく、不溶物がない原料を使用する。

#### 1-1. 窒素原料

窒素原料は主に尿素、硝安など完全水溶性のものを使う。

#### 1-2. りん酸原料

りん酸原料は主にりん酸一加里、りん安、りん酸などを使う。りん安は、不溶物のない精製りん酸一安 (MAP) を使う。

#### 1-3. 加里原料

加里原料はりん酸一加里、塩化加里を使う。

#### 1-4. 微量要素原料（必要の場合）

ホウ酸、EDTA-Feなどのキレート金属塩類を使う。

#### 1-5. その他の原料

① 展着安定材：葉面散布を使う液肥は肥料成分を葉面によく付着させるには展着安定材の添加が必要である。界面活性剤系のものを用いる。

② pH調整材：水酸化カリウム、りん酸液など。液肥のpHを6~7に調整して、作物の生育に適するほか、肥料成分の結晶析出を防ぐ。

原料間の化学反応により不溶性沈殿の発生を防ぐため、硫安や硫酸加里などの硫酸化合物、カルシウム塩類、マグネシウム塩類を原則的に使用しない。

ただし、液体けい酸加里肥料は例外で、ケイ酸加里を単独または尿素と混合して使うことができる。

## 2. 生産工程

液肥の生産工程は図 3 に示す。

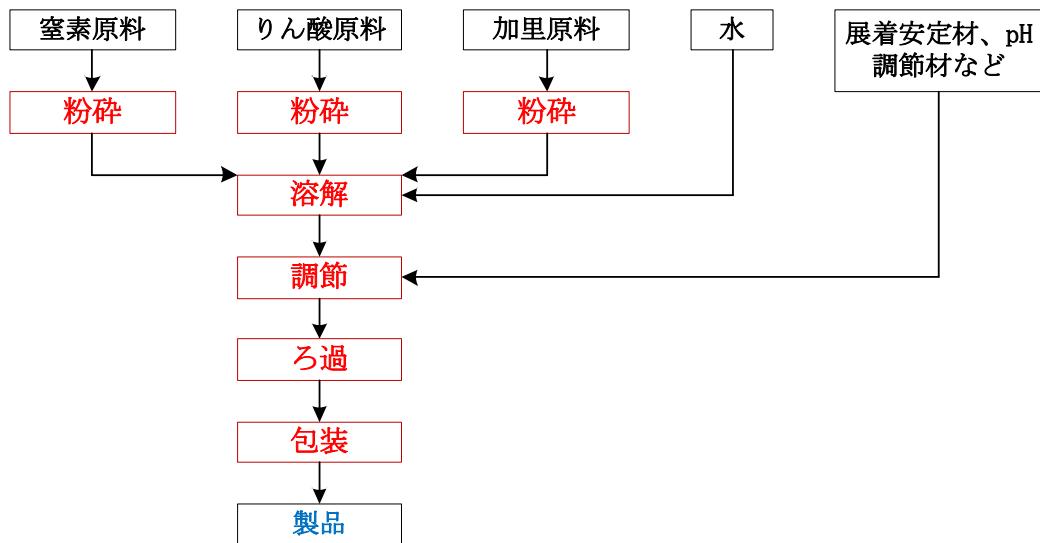


図 3. 液肥の生産工程

まず、原料を溶解しやすいようにそれぞれ粉碎する。

粉碎した原料を処方通りに配合して、溶解槽に投入して、水を添加して攪拌しながら溶解させる。最後に pH 調節材を使って、液肥の pH を調節する。

できた液肥をろ過して、不溶物を取り除いてから容器に充填して、製品として出荷する。

市販されている液肥の一部を図 4 に示す。



図 4. 市販されている液肥の一部写真

### 3. 注意事項

液肥の主な品質問題は結晶析出である。その防止手法として、

- ① 硫安や硫酸加里などの硫酸化合物、カルシウム塩類、マグネシウム塩類など化学反応により不溶性の沈殿を生成しやすい原料を使用しない。
- ② 処方には原料の濃度を低くするように設計する。完成した液肥の塩類飽和度を減らして、温度の変化による結晶析出を無くす。
- ③ 結晶析出抑制材を添加する。ポリりん酸やポリカリブ酸の塩類、またはポリカルボン酸型

高分子界面活性剤などは塩類の結晶析出を抑制する効果がある。