

## 硫黄被覆肥料

硫黄被覆肥料は熔融した硫黄を使って肥料粒子の表面を薄い硫黄層で被覆させるものである。肥料成分の溶出を制御するため、被覆後、硫黄層の上にもう1層の生分解性シール材(ワックスまたはポリウレタン)を被覆する。硫黄を上手く被覆するために、肥料粒子が丸く、表面が平滑であるという条件が必要で、主に大粒尿素の被覆に使われる。硫黄被覆化成肥料もあるが、被膜に品質問題が発生しやすいえ、化成肥料中のりん酸と加里養分に緩効性の必要性がひっ迫されないので、生産量と販売量が少ない。

1961年、アメリカテネシー川流域開発公社(TVA)の肥料研究開発センター(NFDC)が硫黄被覆尿素を開発した。1967年に商業生産を開始し、農作物に施用し始めた。本邦では旧三井東圧肥料(現サンアグロ)が1980年代からその技術を導入して、生産を開始した。現在、国内ではサンアグロの富山工場が硫黄被覆尿素と硫黄被覆化成肥料を生産している。ほかに中国からの輸入品もある。

硫黄被覆肥料は、生産コストが安く、肥料成分溶出後に残留された硫黄殻が粉碎して硫黄養分にもあり、土壤汚染を起こさない等の理由で、アメリカや中国などでは被覆肥料の中に生産量と施用量が一番多いが、本邦は稻作中心であるため、水田に向かない硫黄被覆肥料の生産量と施用量が少ない。

### 1. 構造と性質、緩効性の評価

硫黄被覆肥料は熔融した硫黄を使って肥料粒子の表面を被覆してから、さらにその上にワックスまたはポリウレタンのシール材層を被覆するという2層被覆構造である。粒子の流動性をよくするために被覆後、少量の鉱物質微粉を添加している。その構造は図1に示す。

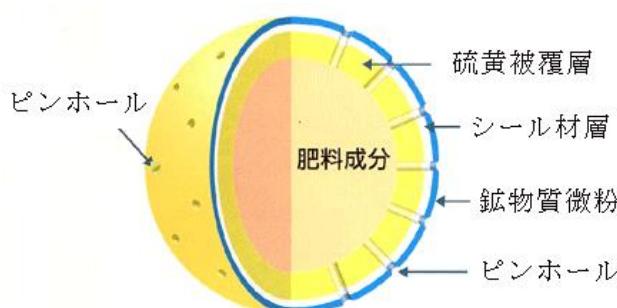


図1. 硫黄被覆肥料の構造

硫黄は温度により結晶が相転移を起こす特性がある。熔融状態から凝固する際に相転移が発生し、硫黄層に微細な亀裂が多数出現する。これらの亀裂がピンホールとなって、水の滲入経路と肥料成分の溶出経路となる。亀裂を塞ぎ、溶出速度を調整するために、硫黄層の上にもう1層のシール層が必要である。

シール層はワックスを材料とすることが多いが、硫黄被覆肥料の耐摩耗性と耐衝撃性を高めるために、ワックスの代わりに生分解性ポリウレタンを使うこともある。

通常、硫黄層の平均厚さ  $40\sim80\mu\text{m}$ 、シール層の厚さ  $2\sim5\mu\text{m}$  である。硫黄被覆尿素は、各成分の重さでは尿素 74~83%、硫黄 13~20%、シール材 2~4%、固結防止材等 0.5~2.5% で、窒素含有量 34~38% である。

硫黄被覆肥料は施用後、土壤微生物によりシール層が徐々に分解され、水分が硫黄層に生じた亀裂（ピンホール）から内部に滲入し、肥料成分をゆっくり溶出させる。肥料成分の溶出速度はシール材の分解速度とピンホールから水の滲入量により制御される。肥料成分の溶出期間と速度は硫黄層の厚さ、シール層の材料と厚さで調整する。概して、シール層が厚いほど微生物による分解時間が長くなり、硫黄層膜が厚いほど、水分の滲入量が少なく、肥料成分の溶出が遅くなる。

硫黄被覆肥料の養分溶出パターンはリニア型だけである。リニア溶出型とは施用直後から養分が徐々に溶出し、その累計溶出値の曲線はほぼ直線を描くパターンである。

硫黄は無機系物質で、植物の必須元素でもある。肥料成分が溶出した後の殻は粉々となり、微生物の働きおよび化学反応により硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2+}$ ) に変化し、植物や微生物に吸収利用される。

硫黄被覆肥料は主に硫黄被覆尿素であるが、少量の硫黄被覆化成肥料も生産販売している。硫黄被覆尿素と硫黄被覆化成肥料が主に BB 配合肥料を使う。BB 配合肥料には硫黄被覆尿素由来の窒素が窒素全量の 40~80% を占めるものが多い。

## 2. 用途と効果

硫黄被覆肥料を配合した BB 肥料は一発性省力肥料として、畑作物の基肥を使う。特に長ネギ、ニンニク、タマネギ、ダイコン、お茶など体内に多くの硫黄化合物を合成する作物には硫黄養分の供給にもなり、肥効が一層高くなる。

また、土壤水分が少なく、作物の養分吸収量が抑えられる場合は、硫黄被覆肥料からの養分溶出量も少ないが、降雨又は灌漑後、作物の生育が盛んになり、養分吸収量が多くなる場合は、多くの水分が硫黄層に滲入し、肥料成分を多く溶出させる。作物がバランスよく養水分を吸収するので、肥料吸収率が高くなる。特にトウモロコシや小麦のような窒素養分を多く吸収する作物には適している。

ただし、硫黄層に亀裂が多く、シール層が分解した後、内部の養分が容易に溶出される。冠水状態の水田には養分が一斉に溶出され、後継力を失う恐れがある。また、溶出後に残された硫黄残殻は還元の環境に於いて硫化水素になりやすいので、鉄分の少ない老朽化水田では水稻に害を及ぼす可能性がある。したがって、硫黄被覆肥料は水稻には適しない。

## 3. 施用後土壤中の挙動

施用後、硫黄被覆肥料のシール層が土壤微生物に分解され、土壤水分が粒子内に滲入して、

内容物を溶解し、養分を放出する。

硫黄被覆肥料の養分溶出速度は内部の要因と外部の要因に支配される。内部の要因は粒子の形状と表面平滑度、硫黄層とシール層、特にシール層の厚さである。肥料粒子が丸く、表面が平滑であるほど、硫黄とシール材の被覆が均一で、被膜に傷が付けにくく、溶出期間が長くなり、溶出曲線も滑らかになる。また、硫黄層とシール層が厚いほど分解にかかる期間が長くなり、養分の溶出速度も遅くなる。

外部の要因は土壤微生物の活性、土壤水分、土壤温度である。概して、土壤水分が多く、腐植も多い土壤ではシール層の分解速度が速くなる。また、土壤温度が土壤微生物の増殖と活性を強く影響し、土壤温度 30°C の環境に於いてシール層の分解が速く、養分の溶出が早くなる。

硫黄被覆肥料の分解過程と分解後に有害の分解産物が発生しないため、作物の根にストレスを与えることなく、養水分の吸収に影響を及ぼない。

通常、硫黄被覆肥料の養分溶出期間はその硫黄層とシール層の厚さにより、60 日タイプ、80 日タイプと 120 日タイプなどに分けられる。

#### 4. 施用上の注意事項

硫黄被覆肥料はその養分溶出が土壤物理性と化学性に強く影響され、緩効性効果が安定しない。施用にあたって下記の幾つ事項を注意すべきである。

- ① **水田での施用を避ける。** 施用後、冠水状態の水田では養分が一斉に溶出され、緩効性効果が失う恐れがある。
- ② **溶出パターンは土壤条件に強く支配される。** 養分溶出期間、溶出速度は土壤条件、特に土壤温度と土壤水分に強く支配される。同じタイプの製品でも土壤温度 15°C と 30°C の条件下に於いて、その溶出速度が倍の差がある。
- ③ **緩効性効果を過信しない。** 硫黄被覆肥料の溶出パターンが多くの要因に支配され、揃わない場合はその緩効性が發揮しきれないことがある。施用後、作物の生育を観察し、生育中～後期に窒素養分不足症状が発生した場合は追肥する必要がある。