

## 硫酸銅

銅は植物生育に必要な微量元素の一つである。銅は葉緑体中に多く、光合成や酸化還元に関係する銅酵素に含まれ、鉄と同様に特に呼吸作用に重要な役割を担う。また、外部損傷を修復する酵素との関連もあることが知られている。

銅が不足すると、生長点が白色化して、葉が真っ直ぐに伸長せず、折れ曲がったり、奇形になったりすることや上位葉が葉脈を残して黄化し、枯死することもある。

銅が過剰になると、鉄、亜鉛などの微量元素と拮抗して、鉄、亜鉛欠乏症状が現れる。また、銅は植物の根、特に生長点付近や中心柱の近傍にタンパク質と結合した形で蓄積し、根の伸長を顕著に阻害し、根が太く、短く有刺鉄線状のような形を呈する。銅の過剰による被害は生育初期に著しいと言われている。

通常の土壌では一定量の銅が含まれ、欠乏症状が出にくいですが、銅の極端に少ない砂質土壌または銅の難溶化が進むアルカリ性土壌では作物への供給量が不足することがある。この場合は、銅を含有する微量元素肥料の施用が有効である。また、養液栽培の場合には銅の添加が必須である。但し、過剰施用の場合は逆に作物の生育を阻害するうえ、ほかの元素の吸収を阻害するいわゆる拮抗現象もあり、注意が必要である。

銅を含有する微量元素肥料は無機系と有機系に分けられて、無機系は主に硫酸銅を使う。本書では硫酸銅だけを紹介する。

### 1. 成分と性質

硫酸銅 (copper(II) sulfate) は二価銅イオンの硫酸塩である。結晶水のある水和物の形で存在することが多く、よく見かけるのは 5 水和物 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) で、胆礬 (たんぱん) とも呼ばれ、天然鉱物として銅山の地下水から析出した結晶の形で古い坑道の内壁など付着するなどがある。農業分野では主に硫酸銅の 5 水和物を使う。

硫酸銅 5 水和物は無臭の綺麗な青色を有する三斜晶系結晶で、水によく溶け、水温が高いほど溶解度が高くなる。20℃での溶解度 31.7g/100ml、水溶液 pH3.5~4.5、弱酸性を呈し、苦味をする。銅含有量 25.4%、硫黄含有量 12.8%、加熱すると結晶水が失い、45℃には 3 水和物、110℃には 1 水和物、250℃にはすべての結晶水を失い、淡い緑を帯びる白い粉末状の無水物となる。

硫酸銅の水溶液が酸性を呈するので、化学的酸性肥料に属する。施用後、銅が作物の養分として吸収され、硫酸イオン (硫酸根) だけが土壌に残留して、土壌を酸性化させる。したがって、生理的酸性肥料に分類される。ただし、硫酸銅の施用量が非常に少ないため、土壌を酸性化させる可能性を考えなくてよい。

### 2. 用途

工業分野では硫酸銅は銅めっき、エッチング、顔料、殺菌剤の原料、媒染剤、防腐剤、医

薬、加工食品の栄養強化剤などに用いられる。

農業分野では硫酸銅 5 水和物は速効性の銅肥料で、微量元素の銅供給源として使われている。単独施用では葉面散布に使うことが多い。種肥とする場合は浸種してから播種するまたは種子や苗の根につける形で使用する。養液栽培肥料には銅の供給源として添加する。

また、農薬として使われるボルドー液は生石灰の溶液に硫酸銅 5 水和物の溶液を混ぜたものである。強い殺菌効果がある。

硫酸銅は化成肥料や BB 配合肥料に添加することが少ない。その理由は化成肥料や BB 配合肥料に使用されている肥料原料には大体微量の銅を含有し、わざと添加する必要がない。また、化成肥料と BB 配合肥料に添加した場合は、銅が均一に分散・配合できず、施用後高濃度の銅による局部土壌を汚染する恐れがあるからである。

### 3. 施用後土壌中の挙動

硫酸銅が水に溶けてイオン化しやすい性質を有する。放出した二価銅イオン ( $\text{Cu}^{2+}$ ) は陽イオンで、土壌コロイドによく吸着されるので、土壌中の移動が少ない。同時に生成した硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) が土壌に残る。その硫酸イオンが土壌 pH を下げ、土壌を酸性化させる。

中性～アルカリ性土壌では銅イオンが水酸化イオンと結合し、難溶性の水酸化物に変化する。pH が上がるほど、可溶性銅が少なくなる。ただし、土壌 pH が下がれば、銅の水酸化物が再び分解し、銅イオンを放出する。

硫酸銅が速効性の肥料であるため、葉面散布ではその肥効は施用後 2～3 日に現れる。また、作物生育に必要な銅の量が僅かで、葉面散布にしても種肥にしてもその肥効持続期間は長く、1 作 1 回施用すればよい。

硫酸銅がりん酸、鉄、亜鉛などと拮抗して、これらの元素の吸収を妨げる。また、土壌中に高濃度の銅の存在は植物生育を妨害し、全体的に生育が劣り、根の伸長を顕著に阻害し、根が太く、短く有刺鉄線状のような形を呈するなど過剰症状が発生する。銅過剰症状は鉾山地域や精錬所周辺、銅濃度の高い排水を灌漑水に使用する場合はよく見かける。

### 4. 施用上の注意事項

硫酸銅は葉面散布も種肥にしても下記の注意事項がある。

- ① **むやみの施用をしない。** 砂質土壌とアルカリ性土壌を除き、通常の土壌では、作物の銅欠乏症が発生することが少ない。予防の観点で施用することは避けてほしい。
- ② **過剰施用を避ける。** 過剰施用する場合は作物の銅過剰症状は発生する恐れがあるほか、高濃度の銅によるりん酸、鉄、亜鉛などと拮抗して、これらの元素の吸収を妨げる。
- ③ **溶解と施用に鉄製容器を使用しない。** 硫酸銅の銅イオンが鉄と置換し、鉄を溶解するので、鉄容器を腐食する。
- ④ **魚毒性に注意する。** 硫酸銅は魚類に対する毒性が強い。施用後の容器を洗浄する際に残留物と洗浄排水を池や川に流入させない。