

File No. 74

微量元素肥料の施用

植物の生育に 16 種類の元素が必須である。慣行栽培では、酸素と水素が水から、炭素が大気から取得することができるため、外部から施用する必要がない。残りの 13 種類の元素については、窒素、りん、加里のような多量元素、石灰（カルシウム）、苦土（マグネシウム）、硫黄のような中量元素は土壌の供給能力と作物の需要のバランスを見て、定期的に外部から肥料として施用する必要があるが、ホウ素、マンガン、鉄、亜鉛、銅、モリブデン等微量元素と呼ばれているものは一部の例外を除き、土壌に含まれている量だけで大体作物の生育需要に満たすことができるので、わざわざ施用する必要が低い。

しかし、現代農業の発達に伴い、多毛作や特定作物の連作など土壌から特定微量元素の吸収量が増え、土壌の当該微量元素の物質収支が赤字になる恐れがある。長く続くとその赤字は累積していくから、土壌からの微量元素供給可能量が減少し、作物の生育が阻害され、収穫が激減することもある。この現象は土壌の微量元素欠乏と呼ばれる。本邦では農地の微量元素含有量に関する全国範囲の調査報告がないが、各県独自の微量元素欠乏農地の調査報告が散見される。外国では中国農業省の 2016 年調査報告によれば、中国農地面積に占める微量元素含有量が限界値未満の農地は鉄が 31%、マンガン 48%、銅が 25%、亜鉛が 41%、ホウ素が 84.5%、モリブデンが 60%と推定され、微量元素欠乏が農業生産を阻害する要因と断定される（参考文献参照）。

土壌の微量元素欠乏については、土壌中の微量元素供給可能性が土壌化学性に強く支配されることは強調したい。例えば、鉄、マンガン、亜鉛、銅、ホウ素はアルカリ性土壌に於いて溶解度の小さい水酸化物を生じ、pH が上がるほど、その溶解度は小さくなるが、モリブデンは逆に土壌が酸性になるほど溶解度が小さくなる（図 1）。



図 1. 土壌 pH が微量元素の溶解利用度に及ぼす影響

一方、元素間の吸収拮抗作用も無視できず、特にりん酸やカルシウムが過剰の場合は、鉄、銅、亜鉛の吸収が抑制される（図 2）。従って、作物に微量元素欠乏症が発生しても、

不溶や拮抗で微量元素の溶解利用と吸収が阻害されている可能性があり、土壌中の当該微量元素が不足しているとは限らない。

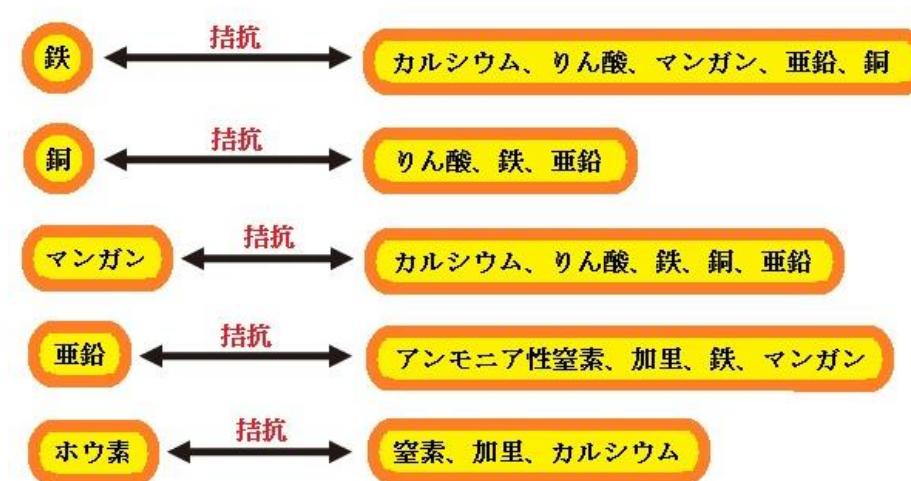


図 2. 微量元素の吸収に関する養分間の拮抗関係

作物の微量元素欠乏症が発生したまたは発生する恐れがある場合は、その対策として微量元素肥料の施用が非常に有効である。金属元素はその硫酸塩、例えば硫酸鉄、硫酸銅、硫酸マンガン、硫酸亜鉛、ホウ素はホウ酸、モリブデンはモリブデン酸塩が廉価であるため、微量元素肥料としてよく使われる。有機系のキレート金属塩、例えば EDTA-鉄、EDTA-銅、EDTA-マンガン、EDTA-亜鉛もあるが、高価であるため、養液栽培に限定されることが多い。

但し、鉄を除き、過量のマンガン、銅、亜鉛、ホウ素は動植物にとって有害であるため、むやみに微量元素肥料を施用することは避けるべきである。微量元素肥料の施用は下記のような方法がよく使われる。

1. 葉面散布

微量元素の硫酸塩またはホウ酸を水に溶かし、濃度 0.01~0.05%程度に調整して、作物葉の両面を濡れる程度で散布する。土壌に固定されやすい鉄、マンガン、亜鉛、ホウ素はこの施用方法が効果的である。尿素やりん酸一加里と一緒に葉面散布すれば、さらに良い。果樹は年 1 回、生育期間の長いトマトなどの果菜は作ごとに 1 回施用すれば、充分である。

2. 種付け

少量の水で微量元素の硫酸塩またはホウ酸を溶かして、その溶液を種に撒きながら攪拌し、種の表面に微量元素溶液を付着させてから播種する。種 1kg に対して微量元素の硫酸塩またはホウ酸 1~6g を 40~100ml の水に溶かして使用する。

もう一つの方法は微量元素を 0.01~0.05%の水溶液にして、種を 12~24 時間浸漬させる。種と微量元素水溶液の重量比は 1 : 1 にする。浸漬後洗わずに播種する。

この方法は生育期間の短い食糧作物、野菜類に適する。種を浸漬するだけで、作物生育期間中の微量元素施用が不要である。

3. 土壌施用

化成肥料の製造過程に微量元素を添加し、微量元素を含有する化成肥料にする。使用方法は普通の化成肥料と同じく直接土壌に施用する。費用対効果については元肥として施用した方がよい。

この方法では、施用された微量元素は土壌に固定されやすく、葉面散布や種付けより高い濃度が必要で、効果が発揮するまで時間もかかる。但し、流亡が少ないため、2~3年おきの間隔施用を勧めたい。すなわち、一回施用すれば、翌年または翌々年まで施用しなくても問題がない。

この方法の問題点は、化成肥料中の微量元素の分布が不均一であることと微量元素の溶解利用性が落ちることである。すなわち、化成肥料の製造工程に微量元素の添加量が微々たるため、均一に分散することは理論上にできても実際の操作では困難である。次いで、添加された微量元素は造粒・乾燥工程においてりん酸成分と反応し、植物に吸収されない難溶性化合物を形成する恐れがある。肥料粒子中の不均一分布については、パン造粒の場合は微量元素を造粒用水に溶かして、造粒に供する方法があり、ペレットのような押出造粒と圧片造粒では、微量元素はまず造粒促進材等に十分混ぜてからほかの原料に混ぜるいわゆる2段混合方法もある。溶解利用度について、原料配合構成、造粒方法など総合的に考慮するしかない。

BB肥料に微量元素の粒子を添加する手法は局部の微量元素過剰症、ひいては土壌汚染となり、論外である。

微量元素はほかの肥料成分と異なり、過剰の場合は、毒性により作物の増産どころか生育不良や枯死に至ることもある。また、過剰施用により生じた土壌汚染はその除去が非常に厄介であることも強く認識しなければならない。微量元素の施用に当たって、下記の注意事項を守らなければならない。

1. 適正濃度と用量、施用回数

農作物にとって、微量元素の需要量が微々たるもので、適量範囲の幅が狭い。従って、濃度と用量を超えた施用は作物に害を与えるどころか、土壌汚染を引き起こし、次作以降も悪影響を残す。特に見逃しやすい土壌への多回施用は、微量元素が低濃度でも土壌に集積していくので、避けるべきである。

2. 均一施用

微量元素は土壌中にほとんど移動しないため、微量元素を均一に施用して、植えたすべての作物に吸収利用できるようにすべきである。従って、葉面散布や種付けがよい。

3. 欠乏する微量元素だけを施用

同じ畑で数種類の微量元素欠乏症が同時に発生することが稀である。すでに欠乏症が生じたまたは生じる恐れのある微量元素を絞って施用する。欠乏が生じる可能性のない微量元素を施用する必要がない。

4. 土壌改良に合わせて適切施用

土壌環境条件、特に土壌化学性が土壌の微量元素溶解利用性に大きく影響を及ぼす。例えば、カルシウムやナトリウム塩類の多い寒冷乾燥地域のアルカリ性土壌には鉄、マンガン、銅、亜鉛、ホウ素の溶解性が低く、欠乏症が発生しやすい。温暖多雨地域の酸性土壌には逆にモリブデンの欠乏症が発生しやすい。まず、土壌改良材や有機肥料の施用で土壌性質の改善を図り、それでも微量元素欠乏が解消できない場合は微量元素を施用する。

5. 作物種類と生育段階に合わせて適切施用

作物の種類により、微量元素の需要量と敏感度が異なる。例えば、トウモロコシは亜鉛を嗜好し、菜種や綿はホウ素、マメ科作物はモリブデンとホウ素に敏感で、多少の不足でも規制要因となって、生育が大きく阻害される。また、作物の生育初期や栄養生長が盛んな時期には微量元素欠乏の影響が大きく表れる。従って、作物種類と生育段階に合わせて、生育初期では種付け、栄養生長段階には葉面散布など敏感度の高い微量元素を優先的に施用する。

6. 微量元素を含有する肥料の使用

熔燐、過りん酸石灰、重焼りんなどのりん酸肥料はりん鉱石から由来した鉄、亜鉛など金属系微量元素が多く含まれて、その施用が土壌に微量元素を補充する効果もある。また、堆肥のような有機肥料にも微量元素が含まれ、その施用により微量元素欠乏を解消することもある。

慣行栽培に於いて、作物は窒素、りん酸、加里の需要量が多く、不足では生育に大きく影響する。これに対して、微量元素は需要量がわずかで、生育への影響も若干低い。施肥の基本は、まず、生育に必要な窒素、りん酸、加里を保障する上、微量元素の補充を考慮することである。窒素、りん酸、加里が不足の場合は、微量元素を施用しても効果が表れない。

参考文献：

1. 岩手県における微量元素欠乏に関する研究。岩手県立農業試験場研究報告第 24 号、1984
2. 県内農耕地土壌の微量元素含量の実態。栃木県農業試験場研究成果集第 22 号、2003
3. 中国農業省「2016 年全国耕地品質観測報告書」。2017