

## 肥料と作物

植物の生育に必要な不可欠の元素は、窒素、りん、カリウム、カルシウム、酸素、水素、炭素、マグネシウム、硫黄、鉄、マンガン、ホウ素、亜鉛、モリブデン、銅、塩素の 16 種類である。その中には窒素、りん、酸素、水素、炭素、マグネシウム、カルシウム、硫黄は植物体を構成するうえ、生理活動にも携わる。カリウム、鉄、マンガン、ホウ素、亜鉛、モリブデン、銅、塩素は植物体内の酵素の活性、生化学反応と反応生成物の転流などに関わる。これらの元素は必須元素と呼ばれ、そのうち一つでも欠けると植物が生育できない。

各必須元素の役割などについて、本 HP の「化学肥料に関する知識」をご参考ください。

必須元素のうち、水素と酸素は水から、炭素は空気中の二酸化炭素から取得するが、残りの元素は植物根が土壌からの吸収に依存する。なお、葉面から一部の養分を吸収することもあるが、植物の需要に比べ僅かしか供給できない。

自然環境では、植物が自生自滅の状態において、土壌から吸収され、有機物合成に利用され、枝葉、実になった養分は、植物体が死後に腐敗して、再び微生物に分解され土壌に戻り、ごく狭い範囲内に物質循環を完成し、養分の損失が殆どなく、逆に土壌に蓄積する。

しかし、作物を栽培する目的はその有用な部分を収穫するものであるため、その収穫物に含まれている養分は再び元の土壌に戻されることがほとんどない。我が国の主食作物コメを例にして、100kg の玄米とその藁には約 2kg の窒素が含まれ、収穫するたびに水田土壌中の窒素が約 2kg 減少する。栽培期間が短く、収穫部分の多い葉菜類などは土壌から剥奪した養分の量がさらに多く、土壌養分の減少傾向がもっと顕著である。

従って、その収穫物に含まれるものと同量または同量以上の養分を土壌に戻さなければ、土壌の物質収支は赤字になる。耕作するたびにその赤字は累積していくから、養分不足により作物の生育が次第に悪くなり、最後にその土壌における農作物の栽培システムは破綻する。一番の証拠は東南アジアやアフリカにある焼き畑農業で、森を伐採して焼き畑にし、2～3 年栽培して、長年土壌に蓄積している養分をほぼ消費してしまい、収量が落ちたら、その土地を放棄して、他の森を焼き畑にする。

現代に入っても、農業生産技術の進歩で土壌を使用しない養液栽培や植物工場の技術が実用されるようになったが、生産コストと農作物の種類、収穫量により、農業生産にとって土壌が依然欠かせないものである。

作物の収量に化学肥料の寄与度を調査する研究がある。古いデータではあるが、国際稲研究所 (IRRI) は 1965 年から 1980 年までアジア諸国の単位面積のコメ収量が 40% も増加した原因を調査分析した結論として、増産への諸要因の中には、肥料の寄与度が 25% に達したと報告した。

また、国連の国際土壌肥沃度農業開発センター (IFDC) が 2006 年に発表した報告書には、肥料施用不足のため、アフリカの農地土壌が急速に養分を失いつつあり、75% の農地が

著しく劣化している。人口増加で一層の食料が必要となるのに、この傾向が続けば今後 15 年の間に作物収量が 30%も低下するだろうと述べた。その報告によると、2002 年から 2004 年の間に、アフリカ農地のおよそ 85%がヘクタール当たり 30kg/年の養分を失った。アンゴラ、ブルンジ、コンゴ、ギニア、ルワンダ、ウガンダでは、この養分喪失量は 60kg/年にも達する。原因は、同じ土地に毎年作物を植えるのに、作物が土地から吸収して収穫物として持ち出した養分を補給する肥料が施されないことにある。こうして、アフリカ農地の 75%は、作物の成長に必須な養分を 10 年前に比べて 40%も失った。アフリカ農地の穀物収量は、既にアジアやラテンアメリカの 3分の 1 にすぎないが、このままでは 15 年後にはさらに 30%ほど低下する恐れがあるという。

土壌中の養分が不足すると、作物の生育が悪くなり、有用部分の収量と品質が落ちる。収量と品質を維持するために、外部からこれら不足の養分を追加する必要がある。肥料とは、作物の生育に必要な養分を与える目的として人間が作物に施すものである。図 1 は施肥による土壌の養分補充の模式図を示す。

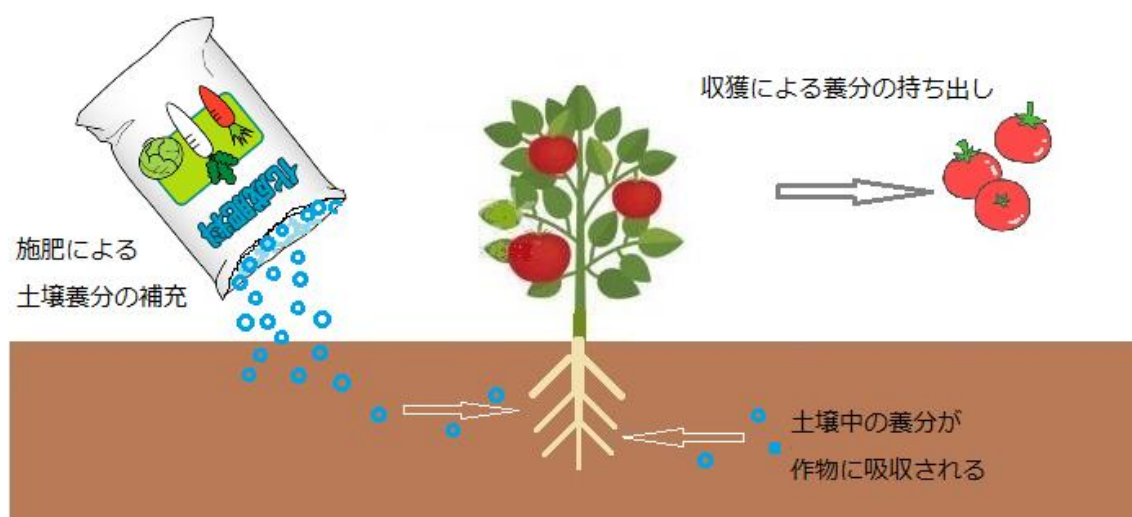


図 1. 施肥による土壌中の養分補充模式図

施肥の目的は土壌中の不足な養分を補充し、作物の養分需要に満たすことに尽きる。しかし、施用された肥料中の養分はすべて作物に吸収利用される訳ではなく、灌漑や降雨により流亡したり、土壌中に難溶性の化合物に変化し固定され、作物に吸収利用できない形態になってしまったりして、その一部が吸収利用されず無駄になったことは避けられない。施用された肥料の効果を評価する手段として肥料利用率がよく使われる。肥料利用率とは施用した肥料に含まれている養分のうち何%が作物に吸収利用されたかということである。その計算式は、

$$\text{肥料利用率(\%)} = \frac{\text{収量を得るために必要な養分量} - \text{土壌等から供給される量}}{\text{施用した肥料に含まれている養分量}} \times 100\%$$

窒素、りん酸、加里の三大養分のうち、窒素は不安定で、灌漑や降雨により流亡または土壌微生物の脱窒作用で散逸してしまうことが多い。いくつかの実験データと調査報告によれば、世界の穀物の主要生産地における窒素肥料の利用率は 30~50% だけで、残りは流亡または脱窒で損失してしまう。りん酸は土壌中で作物に利用されない難溶化合物に固定されやすいため利用率は 3~25% とさらに低い。加里養分は土壌粘土鉱物に吸着して長く土壌にとどまるため、利用率が 50% 以上もありやや高めである。

肥料はその性質により化学肥料と有機肥料に大別される。

化学肥料とは、化学的に合成した肥料あるいは天然産出の原料を化学的または物理的な加工工程を経て作った肥料である。無機物質がほとんどである。これに対して有機肥料は動植物の排泄物と残骸などを原料として、そのままの形かまたは生物的または物理的な処理を行って作った肥料であるため、有機物質が主体となる。

化学肥料の最大の特徴は養分含有量が高く水溶性が良く、作物に吸収されやすいため、肥効が速く、土壌中の養分量と作物の生育に合わせて肥料施用量を調整しやすい。ほかに純粋の無機物質が多く、原料から製造までに生産管理が行き届き、製品の均一度が高く、成分が安定して、匂いもなく、長距離輸送と保管に適して、粒状に加工されたものが多く、機械施用に適するなどの長所もある。また、肥料登録制度があり、製品中の肥料成分と有害物質がきちんと管理されている。

有機肥料は動植物の原料に由来するため、養分濃度が低く、養分以外のものが多い。また、分解性と溶解性が低く、施用後土壌微生物にゆっくり分解され、無機化してから初めて作物に吸収利用される。従って、品質を保証しにくく、肥効の発現が遅く、土壌中の養分量と植物の生育に合わせて施用時期と施用量の調整がほとんど不可能である。通常、有機肥料は「土づくり」に利用される場合が多い。

肥料利用率を上げるために作物の生長に合わせて、最適な時期に最適な養分量を提供することは大前提である。それに対応する総合的施肥技術は肥料形態、施肥時期、施肥位置、施肥量の相互関係によって構成される。その中に一番重要なのは、作物の生育特性に合わせて肥料を施用し、その作物が必要とする養分を満足させることである。

本節は肥料種類と特徴、施肥時期、施肥方式と施肥位置などに分けて、作物栽培との関係を解説する。