

施肥時期と作物栽培

作物栽培に於いて、肥料の効果を最大限に発揮するには作物の生長に合わせて、施肥を通じて最適な時期に最適な養分量を提供することである。総合的施肥技術は肥料種類、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。その中に肥料種類と施用量は非常に重要ではあるが、作物の生育特性に合わせて施肥時期を確定し、その作物がそれぞれの生育時期に必要な養分を満足させることも重要である。

作物栽培上、施用時期によって施用される肥料は大雑把に基肥と追肥に分けられる。

基肥とは、作物を播種する前にまたは苗や苗木を定植する前に、土へ施しておく肥料のことである。「元肥（もとごえ）」や「原肥（げんぴ）」とも呼ばれる。その目的は土壌養分を補充して、作物の初期生育に十分な養分を提供するとともに生育全期間にわたって、一定の養分を供給し続けることである。また、有機肥料を基肥として使用する場合は、土壌改良の意味も兼ね備える。

追肥とは、作物の生育期間中に追加で与える肥料のことである。追肥の目的は作物の生育に不足している養分をさらに追加することである。

通常、作物栽培に於ける施肥は基肥と追肥を組合せて実施する。生育期間の短い作物は基肥だけで、追肥をしないことが普通である。また、緩効性肥料を使用する場合は、基肥だけを与え、追肥を省略するいわゆる「一発肥料」にすることもある。

一、基肥

1. 基肥の役割

基肥の役割は、主に下記の3つがある。

① 初期生長に必要な養分を供給する

種子が発芽する際に自身の貯蔵養分を使うが、発芽して、本葉が展開してから、種子の貯蔵養分がほとんど使い切り、外部から養分を吸収して生長を続ける。定植で活着した苗も同じで、活着する前に苗体内の養分でその命を保つが、活着してから土壌から養分を吸収して生長する。初期生長に養分が欠乏すると、苗が弱く、生育が遅れ、そのダメージがその後の生育にも響く。基肥は苗に十分な養分を供給して、初期生長を促進して、その後の生育にしっかりした基礎を築く役割である。

② 持続的に養分を供給する

作物は中期生育に入ってから生長が速くなり、大量の養分を必要とする。その生育を止めないように基肥が作物の中期生育に必要な養分を供給する。一部の緩効性肥料は「一発性肥料」として基肥だけで作物の収穫までずっと養分を供給し続けることもある。

③ 土壌改良

基肥に使われている有機肥料や有機入り化成肥料など有機質の入った肥料は土壌改良効果があり、長年使えば、「土づくり」の効果が見える。ただし、化学肥料の場合は土壌改良

の効果がない。

2. 基肥に適する肥料

基肥はその性質上、肥効が長期間に持続する必要がある。また、作物の初期生長に必要な養分量が多くないので、施用後の初期に放出した養分量が少なく、作物の生育につれて養分放出量が次第に増加することは一番理想な基肥である。概して緩効性またはク溶性、可溶性肥料が基肥に適している。表 1 は基肥によく使われる肥料の種類である。

表 1. 基肥によく使われる肥料種類

窒素肥料	尿素（被覆尿素を含む）、硫安、塩安、石灰窒素、ホルム窒素、IBDU、CDU など
りん酸肥料	DAP、MAP、過りん酸石灰、重過りん酸石灰、熔りん、重焼燐、りん鉱石粉、グアノなど
加里肥料	塩化加里、硫酸加里、ケイ酸加里
その他	化成肥料、有機入り化成肥料、堆肥などの有機肥料など

窒素肥料の中にはアンモニア態窒素が陽イオンで施用後土壌コロイドに吸着され、流失しにくいため、基肥に適している。逆に硝酸態窒素はマイナスイオンなので、土壌コロイドに吸着されず、容易に水に添って流失してしまい、肥料効果が短く、基肥には適しない。窒素の放出速度が制御できる被覆尿素のような物理的緩効性窒素肥料やホルム窒素、IBDU のような化学的緩効性窒素が一番理想ではあるが、価格が高いうえ、肥効の安定性に不安があり、その購入と使用にためらう農家が多い。通常、尿素や硫安は施用量と施用技術に注意すれば、基肥としては全く問題がない。

りん酸は容易に流失するものではないので、市販されるりん酸系肥料がそのまま基肥に使っても問題がない。ただし、土壌のりん酸固定を考えると、可溶性りん酸またはク溶性りん酸が適するだろう。

加里は陽イオンなので、施用後土壌コロイドに吸着され、流失がほとんどない。したがって、塩化加里と硫酸加里が普通に基肥に使われている。ク溶性のケイ酸加里はケイ酸供給には意義があるものの、緩効性加里養分の供給源としてはあまり意味がない。

化成肥料と BB 配合肥料は窒素、りん酸、加里の 3 大養分を配合したもので、一回の施肥で養分が全部揃うので、基肥に適している。ただし、上述した理由で、基肥は硝酸態窒素の入っている化成肥料を避けた方がよい。

有機肥料は遅効性のもので、土壌改良効果もあり、理論上基肥として一番適しているが、養分含有量が少なく、特に初期の養分放出量が僅かしかなく、作物の養分需要に満たさない恐れがある。また、腐熟不十分の有機肥料は施用後土壌の窒素飢饉を引き起こす可能性があり、分解過程に発生した中間物と有機酸が苗の生育に悪影響を及ぼす恐れもある。基肥に有

機肥料を使う場合は、速効性の化学肥料と併用した方がよい。

2. 基肥の施用量

基肥は主に作物生育前期と中期に養分を供給する役割であり、その施用量が作物の生育に大きな影響を与える。

初期生育を促進しようと思ひ、基肥を与え過ぎると、土壤中の肥料成分が多くなり過ぎて初期から作物が過量の養分を吸収し、地上部茎葉だけが徒長し、地下部の根量が少なく、高温と過湿などに弱い植物となり、病虫害にも侵されやすくなるなどの弊害が起こる。最終的には、収量も減ってしまう可能性がある。また、作物が吸収しきれない養分が降雨や灌漑水に添って流失し、環境汚染を引き起こす恐れがある。

反対に基肥が少な過ぎると根の張りが悪くなり、初期生育が劣るだけではなく、生育中期に養分切れの恐れがある。追肥が間に合わないと、植株全体が弱く、収量が下がる。

概して、葉菜類のような栄養成長だけの作物や生育期間の短い作物では生育に必要な養分をすべて基肥で供給することは問題がないが、イネのような栄養成長と生殖成長が異なる作物では栄養成長期に養分が多すぎで徒長になったら、開花着果などの生殖成長に支障が出る。この場合は基肥が少なめにして、追肥で養分を追加するか、緩効性肥料を基肥にして、その養分放出速度を制御するかで対応するしかない。

3. 基肥の施用時期と施用方法

基肥は播種や移植の前に施用したものである。その施用時期と施用方法は作物の種類により異なる。

イネの場合は、基本的には、基肥の施用は4月末～5月頭の耕起と代かきのタイミングで行う。元々トラクターで土を掘り起こして柔らかくする前かした後に基肥を施用し、その後の田んぼに水を張って、土をさらに細かく砕き、かき混ぜて、土の表面を平らにする代掻き作業で肥料と土をよく混合させるいわゆる「全層施肥」方式を多く採用する。ただし、近年、田植え機に施肥機を取り付け、田植えと同時に基肥を苗の近くに条状に施入するいわゆる「側条施肥技術」が普及された。また、育苗の際に育苗箱に専用の緩効性肥料を入れて田植えの際に苗と一緒に肥料も移すという「水稻育苗箱全量施肥法」なども普及し始めた。

コムギやトウモロコシのような畑作物は、基本的に基肥の施用は耕起後と播種の間に行うか、播種の際に一緒に行うかである。すなわち、トラクターで土を掘り起こしてから全面に肥料を撒いて、整地を通じて肥料と土をよく混合させ、土の表面を平らにしてから播種するいわゆる「全層施肥」方式を採用するか、播種機に施肥機を取り付けて、「側条深層施肥」で施肥と播種を同時に行うかである。「側条深層施肥」を採用することで肥料利用率が良くなる。

生育期の短い葉菜類は、基本的にうね立てと同時に基肥をうねに施用する「うね内全面施肥」または「うね内局部施肥」方式を採用する。施肥後、播種するか苗を定植する。生育期

間の長いトマトやキュウリのような育苗して移植する果菜類では、移植の際に植穴の底に基肥を施用してから薄く覆土し、その上に苗を定植するいわゆる「局部深層施肥」方式を採用するところもある。

果樹のような永年性植物は、果実を収穫した後または春季発芽する前に基肥を施用する。施肥方式は樹冠内の地面にすじ状に散布する「条状施肥」か、地面に数本の浅い溝を掘り、そこに肥料を投入してから覆土する「溝施肥」方式を採用する。なお、果樹の基肥はできるだけ有機肥料か有機入り化成肥料を使う。

二、追肥

追肥とは、作物生育期間中に追加で与える肥料のことである。追肥の目的は作物の生育に不足している養分をさらに追加することである。基肥との違いは、施肥のタイミングだけではなく、その目的が違うので、使われている肥料種類や中身、施用方式も異なる。

1. 追肥の役割

追肥の役割は、主に下記の3つがある。

① 持続生長に不足の養分を供給する

作物の生育が中期に差し掛かるところ、基肥の養分供給力が落ちて、作物の旺盛な需要を満足できなくなる恐れがある。肥料を追加することにより、作物に十分な養分を供給して、その生長を維持・促進する。

② 生殖成長期の養分を供給する

作物は新梢・新葉を展開する栄養成長期と開花・着果、種実肥大を行う生殖成長期が必要な養分が異なるので、追肥で生殖成長期に多く吸収するりん酸と加里をスムーズに増やし、その開花と着果、種実の肥大に必要な養分を与え、収量と収穫物の品質を高める役割を果たす。生育期間の短い作物や葉を収穫する葉菜類は基肥だけで充分で、追肥を行わないことが多い。

③ 微量元素欠乏症状や天候不順で生育遅延の対策

土壌中の窒素、りん酸、加里が充分であっても、微量元素不足で欠乏症状が出た場合や長雨または低温による作物の生育が緩慢となった際に、微量元素または作物が吸収しやすい養分などを追肥にして、作物の生育を早く回復させることができる。

2. 追肥に適する肥料

追肥はその性質上、施用後、早く肥料効果が表れることが望ましい。また、作物の中後期、特に養分需要量が急速増える生育中期に追肥が必要となる場合は大体すでに養分が不足しているので、施用後速く溶けて養分を多く放出した速効性肥料が一番理想である。概して水溶性の高い肥料が追肥に適している。表2は追肥によく使われる肥料の種類である。

表 2. 追肥によく使われる肥料種類

窒素肥料	尿素、硝安、硫安、UAN（尿素硝安液肥）など
りん酸肥料	DAP、MAP、過りん酸石灰、重過りん酸石灰など
加里肥料	塩化加里、硫酸加里
その他	化成肥料など、特に開花と着果期には PK 化成肥料

窒素肥料の中には硝酸態窒素は畑作物に良く吸収されるもので、施用後 2～3 日肥料効果が現れる。アンモニア態窒素が水稻などの水生作物に良く吸収されるし、土壤微生物の硝化作用で硝酸態窒素に変化するので、肥料効果も早い。従って、硝酸態窒素とアンモニア態窒素を有する肥料は追肥に適している。尿素は施用後土壤微生物のアンモニア化成作用によりアンモニア態窒素に転換されてから初めて作物に利用されるので、肥料効果の出現は土壤温度と土壤微生物の活性に大きく影響され、低温や有機質の少ない土壤では肥料効果の出現が遅くなり、冬春期には早く施用することがコツである。被覆尿素のような物理的緩効性窒素肥料やホルム窒素、IBDU のような化学的緩効性窒素が追肥に適しない。通常、窒素肥料の追肥に硫安や硝安、尿素を使用する。

DAP、MAP と過りん酸石灰、重過りん酸石灰はそのりん酸養分の 8 割以上が水溶性りん酸で、追肥として使うには全く問題ない。熔りんや重焼燐のようなク溶性りん酸を含むりん酸肥料は水溶性が低いので、追肥には不適である。

塩化加里と硫酸加里は完全水溶性のもので、施用後の放出速度が速いので、普通に追肥に使われている。ク溶性のケイ酸加里は追肥としての意味がない。

化成肥料と BB 配合肥料は窒素、りん酸、加里を配合したもので、一回の施肥で全部済むので、水溶性養分の多いものは追肥に適している。ただし、有機質の入っている有機入り化成肥料はその有機態養分が遅効性のもので、追肥としては避けた方がよい。

有機肥料は遅効性のもので、養分含有量も少なく、特に施用後の初期に養分放出量が僅かしかないので、理論上に追肥には全く向かない。ただし、完全有機栽培を目指す農家には、植物油粕や動物質有機肥料を事前に充分発酵分解させ、完全に腐熟してから追肥として使う方法がある。

したがって、追肥は肥料効果をすぐに期待するため、速効性のある化学肥料を使用することが一般的である。

3. 追肥の施用量と回数

追肥は主に作物生育中後期に養分を供給する役割であり、その施用量が作物の生育と収量に大きく影響を与える。

追肥のポイントは作物の肥料切れの症状を見逃さないように施用することである。また、施肥量が少なすぎると、作物の養分不足が解消されない。追肥量が多すぎると、逆に茎葉だけが徒長し、地下部の根量が少なく、高温と過湿などに弱い植株となり、病害虫にも侵されやすくなるなどの弊害が起こる。無駄だけではなく、最終的には、収量も減ってしまう可能

性がある。また、追肥は水溶性養分が多いので、作物が吸収しきれない養分が降雨や灌漑水に沿って流失し、環境汚染を引き起こす恐れがある。

したがって、追肥の施用量は作物の養分不足量を予測してやや多めにすることが重要である。また、追肥は施用してからその肥料効果が少なくとも 15～20 日以上持続するので、どうしても再度追肥をする場合は、前回の追肥から 2 週間から 3 週間ほどの間隔をあけることも重要である。

追肥の有無と回数は主に作物の生育期間の長さによる。概して、葉菜類のような栄養成長だけの作物や生育期間が 50～60 日未満の作物には、基肥だけで全生育期間に必要な養分を供給することができるので、追肥をする必要がない。生育期間が 60 日を超えた作物は生育後期に養分不足がよく見られるため、追肥が必要かもしれない。大体生育期間が 60～80 日の作物は 1 回の追肥で、生育期間が 100～120 日の作物は 2 回の追肥で、120 日以上生育期間が長い作物は 3～4 回の追肥が必要である。

一方、イネのような栄養成長と生殖成長が異なる作物では栄養成長期に養分が多すぎて徒長になったら、生殖成長に支障が出る場合があり、基肥が少なめにして、追肥で養分を追加するか、緩効性肥料を基肥にして、その養分放出速度を制御するかで対応する。

4. 追肥の施用時期と施用方法

追肥は作物に不足の養分を追加で与えるものである。その施用時期と施用方法は作物の種類により異なる。作物の生育に合わせて、その時々で必要になる養分を補うことを目的としてピンポイントを狙って施用する。

水稻の慣行栽培の場合は、基本的には、分けつ期にはまず 1 回目の追肥を行う。その施肥量は分けつ状況を観察して、調整し、生育が良い場合は追肥しなくても問題がない。2 回目の追肥は出穂 18～20 日前に「穂肥」として主に窒素養分を追加する。穂肥の時期が早すぎたり施用量が多いと、茎が伸びて倒伏しやすくなるが、逆に穂肥の時期が遅すぎたり施用量が不足すると、穂が小さくなる。したがって、幼穂形成期の草丈、茎数、葉色から総合的に診断し、穂肥は慎重に施用する必要がある。「元肥一発施肥」を採用する場合は、低温などの原因により肥料養分の放出が不安定になることはあり得るので、水稻の草丈、茎数、葉色から総合的に診断し、タイミングを見計らって窒素養分を中心とした追肥を行い、養分を補充することが重要である。特に新しく伸びた葉の色が黄色っぽくなったら、肥料不足を疑った方がよい。

水稻の追肥は基本的に肥料を田んぼに撒くいわゆる「全面表層施肥」を採用する。一部の農家は省力化のために、開封した肥料を水田の水流入口で置いて、灌漑水と一緒に溶かした肥料養分を水田に流入する「水口流入施肥」を使うこともある。

小麦やトウモロコシのような畑作物は、基本的に追肥を 2 回行なう。1 回目は節間伸長が始まり、雌穂が分化する直前に行い、窒素養分を中心にして葉色の低下を抑えて光合成を盛んにして、穂数と 1 穂粒数を増やす目的である。2 回目の追肥は止葉展開期から開花期頃行

い、りん酸と加里を中心にして開花と受粉、子実の発育に十分な養分を提供し、粒重、容積重、子実のデンプンとタンパク質含有率を上げる目的で、「実肥」とも呼ばれる。追肥は主に粒状肥料を使い、畑に全面撒く「全面表層施肥」か、植株の側または畝間に条状に施用するいわゆる「側条表層施肥」方式を採用する。「側条表層施肥」の方は肥料利用率が若干高くなる。

生育期の短い葉菜類は、基本的に元肥だけで、追肥をしない。生育期間の長いトマトやキュウリのような果菜類では、追肥が少量多回で、その生育状況を見て適宜に行う。ただし、前回の追肥から少なくとも2週間以上を開ける。肥料は植株に近い地面にすじ状に散布する「側条表層施肥」か、浅い溝または穴を掘り、肥料を投入してから覆土する「側条深層施肥」方式を採用する。

果樹のような永年性植物は、大体2回追肥を行う。1回目は「芽出し肥」と言い、春の発芽または開花時期前に行う。2回目は秋に収穫するナシやリンゴ、柑橘類が果実の膨大が目立つ時期に「実肥」、夏に収穫するビワやサクランボ、桃は果実を収穫した後に「礼肥」として行なう。施肥方式は樹冠内の地面にすじ状に散布する「条状施肥」か、地面に数本の浅い溝を掘り、そこに肥料を投入してから覆土する「溝施肥」方式を採用する。