

File No. 13

肥料効果と土壌 pH の関係

植物、特に作物は一般的に土壌 pH が弱酸性から中性付近で最も生育が良く、強酸性や強アルカリ性土壌では生育不良となり、生育不能の場合もある。表 1 は一部の作物の生育に適している土壌 pH を纏めたものである。

表 1. 作物生育の好適土壌 pH 範囲

作物名	好適土壌 pH 範囲
ジャガイモ、お茶、栗、ブルーベリー、パイナップル	5.3～5.8
イチゴ、スイカ、ミカン、リンゴ、ナシ、桃、柿、たばこ、そば、小豆、里芋、小松菜、ニンニク、落花生、イネ	5.7～6.2
ブドウ、メロン、キュウリ、ナス、ネギ、ブロッコリー、大根、カボチャ、ピーマン、かぶ、白菜、大豆、ニンジン、小麦、トウモロコシ	6.0～6.7
トマト、ハウレンソウ、キャベツ、レタス、サラダナ、エンドウ、インゲン、玉ねぎ、ゴボウ、大麦	6.5～7.2

この表に示すようにほとんどの作物は中性に近い弱酸性の土壌が好む。これは植物の養分の要求性や吸収能力が遺伝子によって異なる一方、土壌 pH も必要な養分の溶解度または有害元素の活性化等を通じて、植物の生育に影響を及ぼす。

植物も種によって種々の養分の欠乏あるいは過剰に対する耐性の違いによって、土壌の酸性・アルカリ性への耐性に差が出てくるようである。即ち、ある養分に対してその要求性の強い植物は、ほぼ吸収能力も高い傾向があるが、それでも要求性が吸収量を上回れば、欠乏に対する耐性は小さいということになる。また、植物は養分があればそれを無条件に全て吸収するわけではなく選択的に吸収するので、不足養分の影響が強く現れてくる。また一部の植物では、アルミニウムやナトリウムが過剰にある場合にそれらを排出する機能を持っているため、強酸性または強アルカリ性土壌にも生育することができる。

土壌 pH は土壌溶液中及び土壌粒子に吸着している水素イオン(H⁺)の濃度を表し、pH7 が中性であり、それより小さい値は酸性を、大きな値はアルカリ性を示している。表 2 は pH による土壌酸性度の区分である。

土壌 pH は、まず、土壌形成時の母岩種や有機物の種類と量に影響される。岩石は地表に露出した部分が太陽光と水と大気に接し、温度差によって岩石を構成する鉱物は膨張と収縮を繰り返し、細かく砕かれていくいわゆる物理的風化作用を受ける一方、水に溶け込んだ二酸化炭素は炭酸や重炭酸イオンとなり、岩石を構成する原子をイオン化させ、結晶構造を破壊し、化学的に分解していき、また、大気中の酸素により酸化され化学的に変質するいわゆる化学的風化作用をも受ける。これらの過程が複合して、長い時間をかけて岩石

は粘土化し、有機物と混じって原始的な土壌が形成される。母岩の種類によって形成した原始的な土壌の pH が異なる。概して、花崗岩や玄武岩、火山灰から形成した土壌は酸性に偏り、石灰岩から形成した土壌はアルカリ性に偏る傾向がある。有機物の多い土壌では塩基類の吸着保持能力が高いため、弱酸性～中性を示すものが多い。

表 2. pH による土壌酸性度の区分

pH (H ₂ O)	土壌酸性度の区分
< 4.4	極強酸性土壌
4.4～4.9	強酸性土壌
5.0～5.4	明酸性土壌
5.5～5.9	弱酸性土壌
6.0～6.5	微酸性土壌
6.6～7.2	中性土壌
7.3～7.5	微アルカリ性土壌
7.6～7.9	弱アルカリ性土壌
> 8.0	強アルカリ性土壌

しかし、土壌 pH を変動させる最も大きな要因は降雨である。雨水中に含まれている水素イオン (H⁺) が、土壌粒子に吸着されていた塩基類 (カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウムなどの陽イオン) とイオン交換を行ういわゆる塩基溶脱作用があり、降雨の多い地域では土壌中の塩基類が溶脱され、水素イオンが増えるため、土壌 pH が下がり、次第に酸性土壌になる。逆に降雨が少ない地域は土壌中の塩基類が多数残り、土壌 pH が上昇する。特に蒸発量が多く、降雨量が少ない地域では地下水の上昇と蒸発により、地下水に溶けているナトリウムが土壌表層に残され、アルカリ土壌になりやすい。

局所の現象ではあるが、ハウス栽培など雨水があまりかからないような場合には水は地下への浸透量が少なく、表面からの蒸発量が多いため、施肥で残された塩基類の濃度が高まることで土壌 pH が上昇する。また、コンクリートの浸水などで石灰分の流入の多いところでは、土壌 pH も上昇し、アルカリ土壌に成りやすい。

土壌 pH を変動させるもう一つの要因は化学肥料にある。例えば、過りん酸石灰、重過りん酸石灰、硫酸、硫酸加里、塩安などそれ自体が酸性の肥料または肥料成分が吸収された後残された成分が土壌を酸性にする性質のある肥料を長期にわたって施用する場合は、土壌 pH が下がる。石灰窒素や熔燐などアルカリ性肥料を施用すれば、土壌 pH が上がる。また、硫酸、塩安などのアンモニア態窒素肥料を施すと、硝酸菌がアンモニウムを硝酸に変え、その過程で水素イオンが放出され土壌を酸性にすることもある。

土壌 pH が肥料効果に与える影響は、肥料成分の溶解性を通して発揮する。図 1 は pH が肥料成分の溶解利用度との関係を示す。

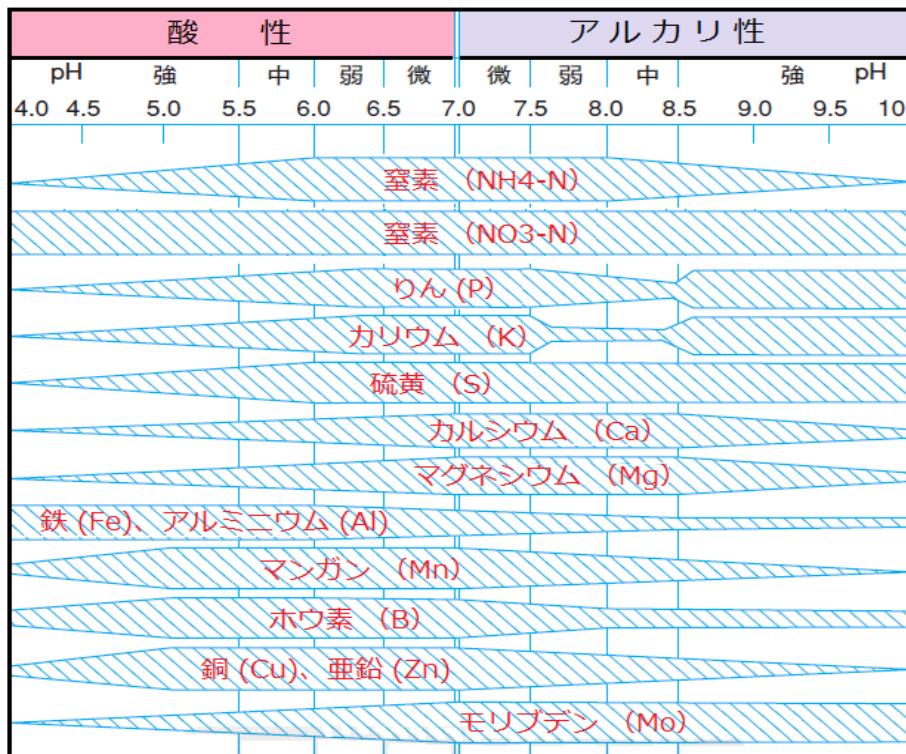


図 1. 土壌 pH が肥料成分の溶解利用度に及ぼす影響

まず、土壌中のイオンの化合形態と溶解度が pH によって変わる。アンモニウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオンなどの陽イオンは土壌コロイドに吸着されることができ、強酸性の環境には水素イオンに置換され、土壌から溶脱して、吸収利用度が下がる。逆に強アルカリ性の環境には土壌に強く吸着され、吸収利用されにくくなる。また、鉄、マンガン、亜鉛、銅のような微量元素は中性～アルカリ性では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。なお、硝酸イオン、塩素イオンなどの陰イオンは土壌コロイドに吸着されないため、pH が変動しても溶解度が変化しない。

次いで、強酸性土壌ではアルミニウムと鉄のイオン化が進み、過剰となり、植物に害を与える一方、りん酸のアルミニウムによる固定とそれに伴うりん酸溶解利用度の低下をもたらす。アルカリ性土壌では、ナトリウムイオンが過剰に存在し、浸透圧と拮抗の関係で植物の養分吸収力が落ちる。

土壌の酸性化またはアルカリ性化による植物の生育障害を回避するため、土壌 pH を調節できる資材の施用が非常に有効である。

酸性土壌の改良にあたっては、pH が目標値に達していればいいというものではなく、塩基バランス（石灰／苦土比、苦土／加里比）も重要である。よって、これらのバランスが崩れないよう資材を選択する。通常、炭酸カルシウム（炭カル）、牡蠣殻または苦土石灰な

ど pH 調節効果がゆっくり現す資材を優先的に選択する。pH が強酸性の場合は、即効性のある消石灰または生石灰を使うと改良効果が早く表すが、施用量と施用方法が違うと土壤が局部にアルカリ性になり、鉄、マンガン、亜鉛、銅のような微量元素の欠乏症を誘発する可能性もあるので、注意が必要である。

アルカリ性土壤の改良に当たっては、過りん酸石灰や硫安、硫酸加里など酸性肥料を施用する。また、強アルカリ性土壤の場合は硫黄粉、石膏粉など酸性資材を投入することが有効である。