

# 土の「基本」に立ち返る 交換性陽イオンのバランス

## 土壌改良や施肥で時間をかけて改善

前回まで土の陽イオン交換容量（CEC）に対して、交換性陽イオンと呼ばれる3種類の陽イオン（カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン）がどれくらい含まれているのかについて説明した。今回はそれらの交換性陽イオンが、どのようなバランスで含まれる必要があるのかを解説する。

### 溶けにくいイオンほど 土に多く含まれる必要

前回説明したように、土の重さ当たりの負荷電の総

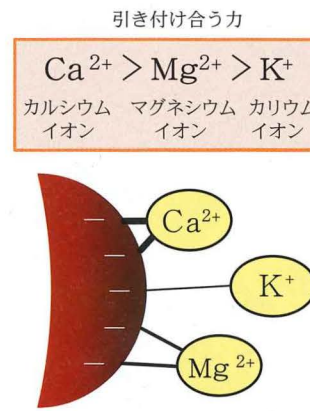
帯広畜産大学  
グローバルアグロメディシン  
研究センター教授  
**谷 昌幸**  
たに まさゆき  
1995年筑波大学大学院農学研究科修了。博士（農学）。同年帯広畜産大学畜産学部助手、2003年同大助教授、15年から現職。1968年大阪市生まれ。



量を示したCECに対して、3種類の交換性陽イオンがくっついていて割合が塩基飽和度である。おおむね60〜80%が適切で、低過ぎても高過ぎても良くない。CECが20未満の低い土なら塩基飽和度が70〜80%となるように、CEC30以上と高い土なら塩基飽和度が少なくとも60%以上となるように改良する必要がある。

交換性陽イオンのバランスについて結論を先に言うと、交換性カリウムに対して交換性マグネシウムは約2〜3倍、交換性マグネシウムに対して交換性カルシウムは約3〜4倍であることが必要である。土の性質

図1 土の負荷電と交換性陽イオンの正荷電が引き付け合う力の模式図



によってやや異なるが、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオンの比率が1:2:6や1:3:10であれば、バランスが良いことになる。その理由は、土の負荷電と交換性陽イオンが持つ正荷電の引き付け合う力がカルシウムイオンで最も大きく、次いでマグネシウムイオン、カリウムイオンと小さくなるからである（図1）。マイナスの電気とプラスの電気の間には、互いに引き付け合う「静電引力」が働いており、その大きさが陽イオンの種類によって異なる。この力が大きいほど、より強い力で引き付けられるため土の水には溶け出しにくく、力が小さければ溶け出しやす

い。つまりカルシウムイオンは土の水に溶け出しにくいので、交換性カルシウムは多く含まれる必要があるのに対し、カリウムは溶け出しやすいため、図2の枠で囲った数字（カルシウムは28・04、マグネシウムは20・16、カリウムは47・10）で割ることにより、単位が土1000μg当たりμg（mg/100g）から土1000μg当たりμgに換算する必要がある。それぞれの交換性陽イオンは、図2の枠で囲った数字（カルシウムは28・04、マグネシウムは20・16、カリウムは47・10）で割ることにより、単位が土1000μg当たりμg（mg/100g）から土1000μg当たりμgに換算する必要がある。それぞれの交換性陽イオンは、図2の枠で囲った数字（カルシウムは28・04、マグネシウムは20・16、カリウムは47・10）で割ることにより、単位が土1000μg当たりμg（mg/100g）から土1000μg当たりμgに換算する必要がある。

量（me/100g）が変わる。これは各イオンが土1000μgにどれくらい重さで含まれているかを、どれくらいの「電氣量」で含まれているかに変換している。

### 電氣量の比率から イオンの過不足を判断

この電氣量になると、塩基飽和度を計算できる。交換性カルシウム、マグネシウム、カリウムの電氣量を全て足してCECの値で割り、100を掛けてパーセントで示したのが塩基飽和度である。この畑の土の場合、塩基飽和度は66%でちょうど良い（図2）。

次に交換性陽イオンのバランスを計算してみる。交換性マグネシウムの電氣量を交換性カリウムの電氣量で割ると1・6になる。土壌診断表では、苦土/カリ比（あるいはMg/K比）と示されていることが多い。同じく交換性カルシウムの電氣量を交換性マグネシウムの電氣量で割ると5・1になり、これを石灰/苦土比（あるいはCa/Mg比）と示している。

先ほど説明したように、交換性カリウムに対して交換性マグネシウムがやや少なく（Mg/K比が低く）、交換性マグネシウムに対して交換性カルシウムがやや高い（Ca/Mg比が高い）のは、交換性マグネシウムの不足を意味する。もし、交換性マグネシウムの電氣量が2・5ではなく4・0であれば、苦土/カリ比は3・2となり、陽イオンのバランスはちょうど良くなる。

この土の場合、交換性マグネシウムが不足しており、作物にとって重要なマグネシウムが十分に供給されずにマグネシウム不足となり、2019年4月号で説明したように、光合成やタンパク質合成を十分に行えていない可能性が高い。

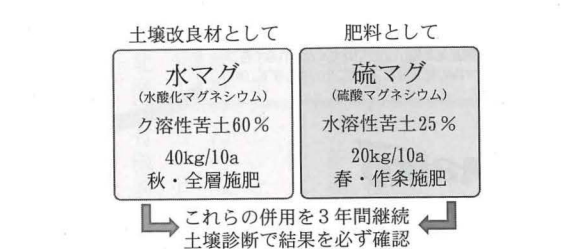
### 水マグ、硫マグ併用し 苦土不足を徐々に改善

では交換性マグネシウムを2・5から4・0へ増やすには、何をどれくらい入れれば良いのだろうか。増やす量は土1000μg当たり1・5μg当量であり、これを電氣量から重量に戻すには、先ほどの枠の数字を掛けて（1・5×20・16）、土1000μg当たり30μgとなる。

図2 土壌診断値から陽イオンバランスを確認するための計算例

【実際の土壌診断値を使った計算例】	
陽イオン交換容量（CEC）	: 25.5me/100g
交換性石灰	: 356.2
交換性苦土	: 51.2
交換性カリ	: 74.4 mg/100g
交換性Ca <sup>2+</sup>	: 356.2 ÷ $\frac{28.04}{100}$ = 12.7me/100g
交換性Mg <sup>2+</sup>	: 51.2 ÷ $\frac{20.16}{100}$ = 2.5me/100g
交換性K <sup>+</sup>	: 74.4 ÷ $\frac{47.10}{100}$ = 1.6me/100g
塩基飽和度	= (12.7 + 2.5 + 1.6) ÷ 25.5 × 100 = 66%
交換性Mg/K比	= 2.5 ÷ 1.6 = 1.6
交換性Ca/Mg比	= 12.7 ÷ 2.5 = 5.1

図3 交換性マグネシウム（苦土）を増やすための土壌改良と施肥の例



は、ク溶性マグネシウムを60%含む水酸化マグネシウム（水マグ）を土壌改良材として10μg当たり40μg施用し、これを3年間ほど継続して徐々に交換性マグネシウムを増やすのが良い。また水溶性マグネシウムを25%含む硫酸マグネシウム（硫マグ）を、当年の作物に必要な肥料として10μg当たり20μg施用し、不足しがちなマグネシウムを補給すると効果的である（図3）。

交換性陽イオンのバランスが崩れているのは、土壌改良をせずに放置したり、偏った施肥を続けてきた結果である。運動不足や偏った食事で中性脂肪や血糖値が高くなっているのと同じであり、急に激しい運動や食事制限をしても、すぐに健康になるわけではない。バランスを整えるために、急激な「土壌改良や施肥は禁物である。時間をかけて徐々に改善し、土壌診断を継続してその結果を検証することが重要である。」