

File No. 30

リービッヒの最小律とドベネックの桶

植物の生育に必要な不可欠の元素は、窒素 (N)、りん (P)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、酸素 (O)、水素 (H)、炭素 (C)、マグネシウム (Mg)、硫黄 (S)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、ホウ素 (B)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、銅 (Cu)、塩素 (Cl) の 16 種類である。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体の生長が完結しない。なお、必須元素ではないが、植物体の生長を助ける元素としてナトリウム (Na)、けい素 (Si) があり、これらは有用元素と呼ばれる。

19 世紀のドイツ有機化学者リービッヒ (Justus Freiherr von Liebig) 氏は植物生理学を研究する際に、植物の生育は最も不足する栄養分に左右されるため、最も不足する栄養分を施さない限り他の養分を施しても植物の収量はよくなるらないという最小養分律を提唱した。当時の科学技術の水準に制限されているため、リービッヒが提唱した最小養分律とは植物には窒素・りん酸・カリウムの 3 要素が必須であるとし、生長の度合いは 3 要素の中でもっとも与えられる量の少ない養分によってのみ影響され、その他 2 要素がいくら多くても生長への影響はないとする説である。即ち、植物の生長速度や収量は、必要とされる養分のうち、与えられた量のもっとも少ないもののみ影響されるという論理である。その後、同じドイツの農学者ウォルニー (Martin Ewald Wollny) 氏は自らの経験に基づき、三大養分だけでなく植物生育に必要なその他の養分と水、温度、光、通気(空気)などの要因を追加し、リービッヒ最小律 (Liebig's Law of the Minimum) とした。

その後、20 世紀初頭にドイツのドベネック (Dobeneck) 氏はリービッヒ最小律を直感的にわかりやすく説明するために図 1 の Liebig's barrel という絵を作成した。この絵は日本では「ドベネックの桶」として広く知らされている。

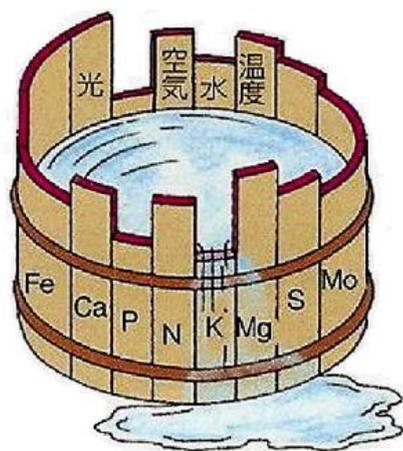


図 1. ドベネックの桶 (啓林館の HP から引用)

植物の生長を桶の中に張られる水に見立て、桶を作っている一枚一枚の板をそれぞれ養分とその他の植物の生長に影響する要因と見立てた場合、ほかの板がどれだけ長くとして

も、一番短い板の部分から水は溢れ出してしまふ。その結果、桶の水嵩が一番短い板の高さまでとなるという考えである。

即ち、植物の生長（収量）は、各養分（微量要素も含む）と植物に必要な水分・温度・空気などの中で供給割合の最も少ない因子に支配される。養分の中だけみても最も不足する養分を施さない限り、他の養分（因子）をいくら施しても収量は上がらない。これをドベネックの桶理論といわれ、それらを充分満たすことによって植物は健全に育ち、最大限に収穫することになる。

図 1 では、一番低い板は“K”（加里）を例に示し、加里養分が最も不足しているため、植物の生長割合は加里の供給量に制限されていると表現する。つまり、他の養分や因子がどれほど潤沢にあっても、養分の効果は最小養分（加里）のレベルに留まることを表している。

リービッヒ最小律は提唱されてから世界で多くの研究と実験を行い、その結果、次の結論が得られた。植物の生長にはそれぞれの要素・要因が互いに補い合う場合があり、特に養分間の拮抗関係と相乗効果があり、リービッヒ最小律は必ずしも普遍的に適用されるものではないとされている。

そもそも、植物が特定の養分が不足した場合に一番少ない養分の量に見合うだけの吸収しかされないとするのは、ほぼありえないことである。窒素、りん酸、加里の三大養分の過剰吸収がよくみられる。また、必要とされる養分のバランスがうまく保っている場合でも、共存するいくつかの養分が互いに吸収を阻害する現象、いわゆる拮抗関係が発生する場合があります、生長障害などの現象が現れる。なお、この養分間の拮抗関係と相乗効果について、ほかの文章で説明する。

即ち、リービッヒ最小律は経験則であり、厳密的に言えば、非常にごく限られた環境でのみ当てはまる理論である。但し、偏差があっても一定の範囲内に適用される有用な経験則であることが間違っていない。

農業生産の目的は植物の有用部分を収穫するものであり、養分量が不足すると、植物の生育が悪くなり、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、植物の生育に必要な養分を与える目的として人間が植物に施すものである。

土壌診断と適正施肥はこのリービッヒ最小律の応用例の一つである。

土壌診断とは、土壌の容積重、pH、EC（電気伝導度）、陽イオン交換容量、塩基バランス、可給態養分量、リン酸吸収係数などの土壌の基本的性質を分析測定する。分析測定の結果は、土壌診断表を作成して、都道府県において作物ごとに定められている診断基準による土壌診断情報システムを介して農家に知らせる。土壌診断をより適切に行うためには、栽培植物の栄養診断も同時に並行して行う必要がある。

農家は土壌診断の結果に基づいて施肥設計を行い、土壌に蓄積している養分やその他の影響要因から栽培予定の植物にどのくらいの養分が必要かを計算して、その不足分を肥料

で補う。その結果、必要な施肥量や施肥の時期だけではなく、施肥に関する基本知識の習得も可能で、より効率的に施肥を行うことができる。

一方、ドベネックの桶理論は、植物の分野に止まらず、人間の栄養バランスと健康との関係、個人の能力と人材評価、各部署と企業経営の関係、人材とプロジェクト推進などの分野にも広げていった。これはリービッヒ氏も想像していなかっただろう。