

File No. 69

土壤と植物

土壤とは何か？土壤は地球表面に岩石層が風化して生成した粗粒状の一次鉱物とさらに変質作用や変成作用で生成した細かい粘土鉱物（二次鉱物）を主成分に、生物の死骸などの粗大有機物と微生物活動で生成した腐植を含む粗鬆状の堆積物である。

土壤は粗粒状の一次鉱物が骨格を構成しているため、間隙が多く、その間隙は土壤溶液と土壤空気によって満たされている。土壤を構成する3つの相（固相、液相、気相）と呼ばれている。土壤液相の主成分は水であるが、中に無機塩類や有機物などが溶解されている。土壤気相の主成分は二酸化炭素、窒素および水蒸気であり、酸素濃度は大気と比較して低い。また、土壤の間隙には多くの微生物や小動物が棲家にして生息しており、土壤有機物の生成と分解に携わっている。

地球の自然環境は地殻表面にある岩石圈、水圈、大気圏、生物圏、土壤圏から構成され、特に土壤圏はほかの4つの圏を緊密に繋げて、自然界の生態系と物質循環の土台を成している。

農耕社会にとって土壤は農業生産の基盤となり、土壤の良し悪しは農作物の生育と収量を支配して、人類生存の基礎となっている。古代文明はすべて肥沃の土壤と豊富な淡水資源を元に成り立ち、その衰退も人口膨張で森林の伐採や過度の放牧などによる土壤侵食が進み、貧弱となり、生態系が破壊され、食糧供給不足で、戦争や内乱が起きたものが主な要因である。

現代に入っても、農業生産技術の進歩で土壤を使用しない養液栽培や植物工場の技術が実用できるようになったが、生産コストと農作物種類により、農業生産にとって土壤が依然欠かせないものである。

植物生育に必要不可欠の要素は光、温度（熱）、空気（二酸化炭素と酸素）、水、養分の5つであり、土壤が入っていない。但し、水生植物を除き、土壤がなければ、陸上植物が自立できず、水分と養分の吸収利用もできない。植物にとって、土壤が下記のような役割を果たしている（図1）。

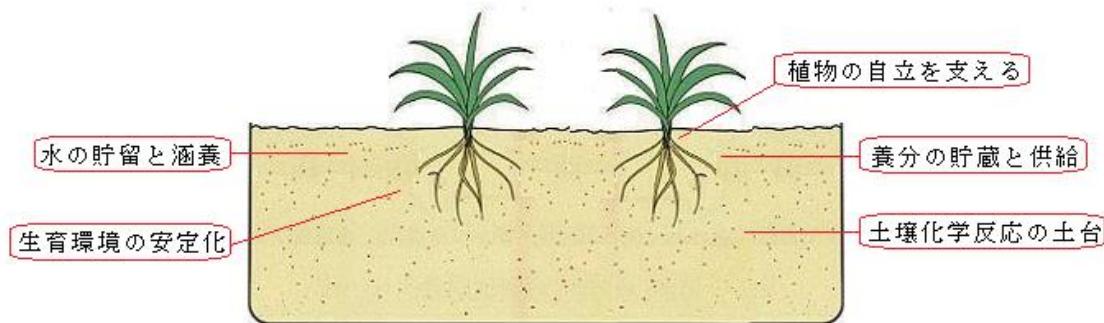


図1. 植物生育における土壤の役割

1. 植物を支える基盤

植物の根系が土壤に広がり、土壤をしっかりと掴まっているため、地上部が立ち、空中に延びることができる。すなわち、土壤がなければ、植物が自立できない。地上部の高さと樹冠の広がりは土壤中の根系の太さ、深さ、広さに比例して、主に土壤の物理性と関係している。一方、植物も基盤固めのために根を張り発達させて、地面に落ち葉や枯枝を堆積して降雨による土砂崩れや土壤侵食を防ぐことができる。

2. 養分の貯蔵と供給元

植物生育に必要な16種類の元素のうち、炭素と一部の酸素は光合成を通して大気中の二酸化炭素から取得しているが、残りの元素はすべて根からの吸収に依存している。養液栽培を除き、根に吸収された養分は元々土壤に蓄えているものである。施肥など投入された養分もまず土壤に蓄えてから、植物の吸収に合わせてゆっくり放出される。土壤の養分貯蔵能力は土壤の種類と土壤コロイド、腐植など土壤物理性と化学性と関係して、特に土壤CEC（陽イオン交換容量）が強く影響している。

3. 水の貯留と涵養

土壤は多孔性構造を持ち、液体に浸すと隙間の空気と置換される形で液体を吸い込み、保持する。土壤はその強力な水分吸着と保持能力により、降った雨を吸い込み、地下へ浸透させ、地表流を抑える役割を有する。また、土壤に涵養している水は、植物生育に提供するうえ、乾燥と高温によりゆっくり蒸発し、土壤の温湿度を安定的に維持する。

土壤の水分涵養能力は土壤種類、隙間率など土壤の物理性と関係している。土の中に大きな隙間があると透水性がよくなり、小さな隙間が多いと保水力が高くなる。植物の生育には排水性がよく、保水性の高い土壤が理想である。すなわち、大きい隙間と小さな隙間が共存するような土壤構造は良い土壤である。

4. 化学反応の土台

土壤中に絶えず無機養分の溶解とイオン化、有機物の無機化、養分の吸着固定と放出、窒素成分のアンモニア化成、硝化作用などの物理的、化学的、生物的反応が発生し、植物生育に大きく影響を及ぼす。これらの反応はすべて土壤を土台にして、水を介して行っている。土壤の物理性、化学性と生物性が土壤に起きる化学反応に影響を与え、その中に土壤微生物が重要な役割を果たしている。

土壤中の色々反応により、養分が複雑な転換過程を経て植物に吸収利用されやすい形となるうえ、土壤生物や植物・土壤間の養分サイクルも土壤無しには実現できない。

5. 植物生育環境の安定化

土壤が岩石圈、大気圏、水圏と生物圏と交差して、その界面に物理的、化学的、生物的反応は絶えずに起きている。土壤はこれらの反応で発生した物質循環、理化学性質の変化

などを緩衝して、植物生育に安定的な環境を与える。植物生育環境の安定化に土壤物理性、化学性と生物性が重要な役割を果たし、特に土壤に生息している膨大な数の多種多様な微生物の働きが大きく貢献している。

土壤は陸上生態系の土台をなし、食糧生産を支えている。土壤改良を通して、農作物が必要とする養分や水分をバランス良く十分に供給できるような能力、いわゆる「地力」を高め、土壤の農作物生产能力を維持していくことが非常に重要である。本邦農業関係者が提唱している「土づくり」はそこに意味がある。

「土づくり」は大雑把に言えば、土壤の物理性、化学性と生物性の改善に尽きる。土壤物理性、化学性、生物性と地力との関係は図2に示す。

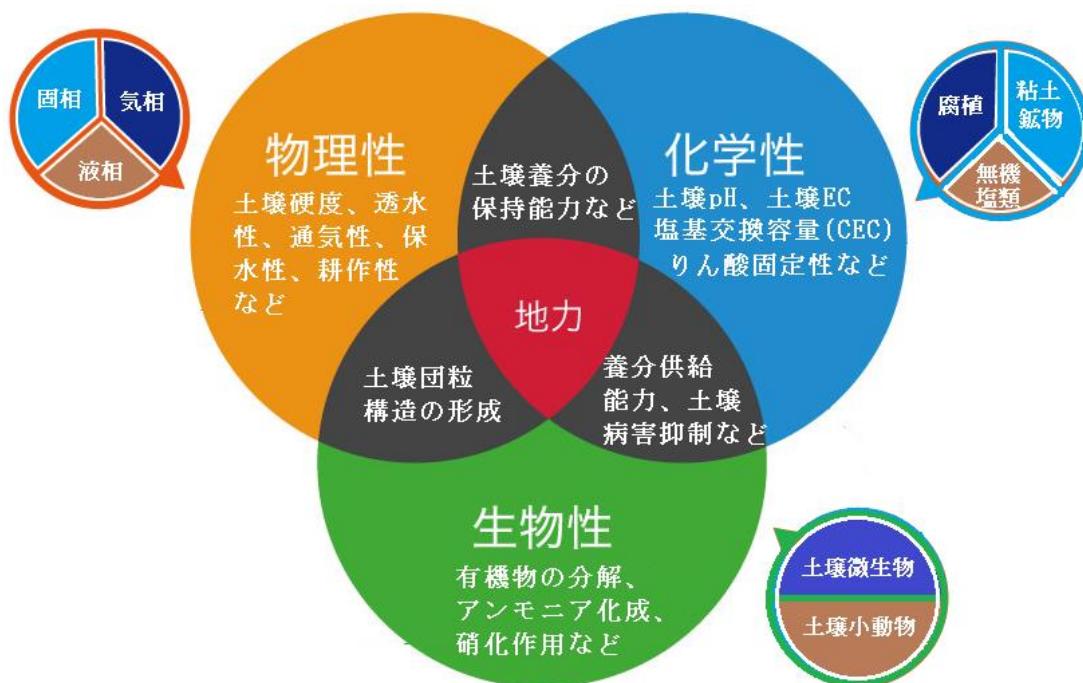


図2. 土壌物理性、化学性、生物性と地力との関係

土壤の物理性とは、土壤を構成する3つの相（固相、液相、気相）のバランスを指す。土壤の透水性、通気性、保水性、易耕性などに関連し、植物の根の伸長の難易や根への水分、養分、酸素の供給の可否に深く関係しており、植物生育にとって重要な性質である。

普通の土壤では、固相率が40%ぐらい、液相率と気相率がそれぞれ30%ぐらいがよいとされている。また、植物が正常に生育するには、降雨直後を除き、気相率は少なくとも20%ぐらいは必要とされている。

土壤の物理性を改善するには、堆肥、腐植酸などの有機質資材及びバーミキュライトやペーライトなどの鉱物質系の物理性改良資材を施用することが有効である。

土壤の化学性とは、土壤pH、塩基交換容量(CEC)、酸化還元性、りん酸固定性、生育

阻害物質の有無など、植物生育に直接的に関係する各種化学的性質が含まれている。粘土鉱物や腐植、土壤コロイド、土壤塩類などが土壤化学性に強く影響を及ぼす。

土壤の化学性を改善するには、土壤分析（土壤診断）を行い、その結果に基づき、堆肥、腐植酸などの有機資材を投入することで、塩基交換容量を高め、石灰などを使って土壤 pH の調整、深耕による酸化還元性の改良、除塩など塩類集積の軽減などの方法がある。

土壤中には種々の生物（動植物、原生動物、微生物など）が生息しており、土壤の生物性を担っている。土壤に施用された有機物は、最終的には土壤生物により無機イオンまで分解され、土壤の化学性に応じた安定した形になり、一部は植物に吸収され、一部は土壤中に蓄積される。

また、有機物の分解過程で植物生育に有効な物質が生産されたり、土壤有益微生物が有害微生物の繁殖を抑えたりして、植物の元気な生長を支える。有機物の分解から生成される腐植物質やミミズなどの土壤動物から排出される糞などにより土壤の CEC や緩衝能を大きくすることもある。

土壤の生物性は多種多様な生物の働きにより担われている。土壤生物のエサとなる粗大有機物や良質な堆肥を施用することにより、微生物の種類と数を多くし、お互いに一定の均衡状態を保ち、その相互作用により、病害性微生物などの異常発生を防ぐようすることが大切である。

土壤物理性、化学性、生物性がバランスよく整える土壤は、地力の高い土壤であり、農業生産に適する土壤である。