

File No. 69

土壌と植物

土壌とは何か？土壌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。

土壌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、その間隙は土壌溶液と土壌空気によって満たされている。土壌を構成する 3 つの相（固相、液相、気相）と呼ばれている。土壌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。土壌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、土壌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、土壌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圏、水圏、大気圏、生物圏、土壌圏から構成され、特に土壌圏はほかの 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壌は農業生産の基盤となり、土壌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壌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壌侵食が進み、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壌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壌が依然欠かせないものである。

植物生育に必要な不可欠の要素は光、温度（熱）、空気（二酸化炭素と酸素）、水、養分の 5 つであり、土壌が入っていない。但し、水生植物を除き、土壌がなければ、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、土壌が下記のような役割を果たしている（図 1）。

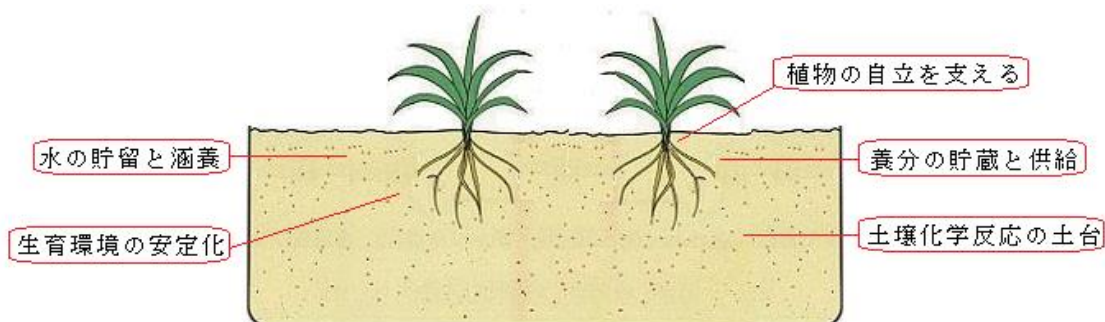


図 1. 植物生育における土壌の役割

1. 植物を支える基盤

植物の根系が土壌に広がり、土壌をしっかり掴まっているため、地上部が立ち、空中に伸びることができる。すなわち、土壌がなければ、植物が自立できない。地上部の高さや樹冠の広がりや土壌中の根系の太さ、深さ、広さに比例して、主に土壌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壌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壌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壌に蓄えてから、植物の吸収に合わせてゆっくり放出される。土壌の養分貯蔵能力は土壌の種類と土壌コロイド、腐植など土壌物理性と化学性と関係して、特に土壌 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

土壌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。土壌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、土壌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、土壌の温湿度を安定的に維持する。

土壌の水分涵養能力は土壌種類、隙間率など土壌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、保水性の高い土壌が理想である。すなわち、大きい隙間と小さな隙間が共存するような土壌構造は良い土壌である。

4. 化学反応の土台

土壌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壌を土台にして、水を介して行っている。土壌の物理性、化学性と生物性が土壌に起きる化学反応に影響を与え、その中に土壌微生物が重要な役割を果たしている。

土壌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、土壌生物や植物・土壌間の養分サイクルも土壌無しには実現できない。

5. 植物生育環境の安定化

土壌が岩石圏、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。土壌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壌物理性、化学性と生物性が重要な役割を果たし、特に土壌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。

土壌は陸上生態系の土台をなし、食糧生産を支えている。土壌改良を通して、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、土壌の農作物生産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、土壌の物理性、化学性と生物性の改善に尽きる。土壌物理性、化学性、生物性と地力との関係は図 2 に示す。

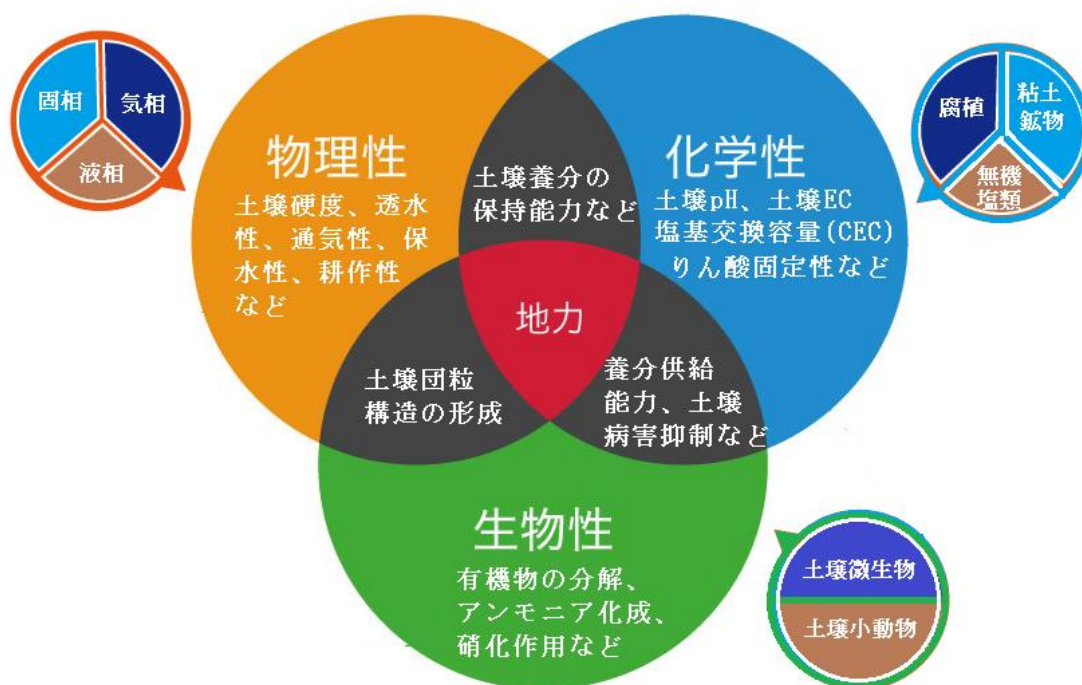


図 2. 土壌物理性、化学性、生物性と地力との関係

土壌の物理性とは、土壌を構成する 3 つの相（固相、液相、気相）のバランスを指す。土壌の透水性、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。

普通の土壌では、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。

土壌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パーミキュライトやパ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。

土壌の化学性とは、土壌 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、土壌コロイド、土壌塩類などが土壌化学性に強く影響を及ぼす。

土壌の化学性を改善するには、土壌分析（土壌診断）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壌 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。

土壌中には種々の生物（動植物、原生動物、微生物など）が生息しており、土壌の生物性を担っている。土壌に施用された有機物は、最終的には土壌生物により無機イオンまで分解され、土壌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、一部は土壌中に蓄積される。

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、土壌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壌動物から排出される糞などにより土壌の CEC や緩衝能を大きくすることもある。

土壌の生物性は多種多様な生物の働きにより担われている。土壌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にすることが大切である。

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