

# 作物における理想的根系（序説）

田中典幸

## 1. はじめに

根は中期古生代における陸上植物の進化にともなう、環境に適合しながら茎葉部の支持と養水分吸収を主な機能として、形態的にも機能的にも高度な分化を遂げてきた器官である。しかし、地上部が茎、葉、花（生殖器官）と分化したのに対して、根にはこのような異質的な分化は見られない。地下部の生育環境は地上部に比べて変化に乏しいとされるが、根は局在的不均一性の大きい環境で生育する。根には、地中根、地上根のほか水中根などの多様な分化がみられる。本稿では地中根について述べるが、双子葉作物に見られる main root system や単子葉植物の fibrous root system の二つの根系が中心をなしている。

## 2. 理想的根系を求めて-その手法的展開

1) 孤立個体における生育秩序の解明：片山は、稲・麦の生長が極めて几帳面で、しかも単純な秩序によって統一されていることを見だし、同伸葉・同伸分けつの理論を確立した。そして、この秩序が破れたならば収量の低下は免れないとした。すなわち、抑制要因を限りなく取り除いた環境で生育する孤立個体の規則的で完璧な生育パターンを理想型とし、これを生産の場（個体群落）に移して理想的生育からの”ずれ”または”欠落”に着目して生育・収量診断を行う手法である。この思潮はイネ科作物の根系の研究（藤井・田中）にも引き継がれ、葉の出現・展開を基調にした規則的な根系の生育秩序を解明し、理想的根系の生育パターンとして提示した。川田グループは水稻の提起する生態的諸問題を解明する手法として形態形成論（morphogenesis）の立場から、phyton theory を基調として、根系の示す多様な形状の由来を追求した。研究の領域は孤立個体から個体群落と広範に及び、根系の存在する環境要因と根の生育、形状、機能の変動を解明する中で理想的根系を追求していく手法が伺われる。一方、筆者はマメ科作物（16種）の根系を対象としてこれらの生育パターンの解明を進めたが、イネ科作物とは根系形成の図式も様式も異なり、無秩序と見える根群の発育習性に3つのパターンを見出した。これらのパターンは遺伝的なものであるが、マメ科にみられる根形成帯（部位）の非限定的分布のほか二次生長（肥大生長）によって形成される異径根群（根系を構成している個々の根の直径が著しく異なるもの。イネ科では構成根の直径が近似しており等径根群と呼ぶ）では太さの異なる根が伸長、分枝および肥大成長してパターンからしばしば外れた複雑な生育することから、孤立個体や群落生態における総根長（または全表面積）、最高分枝、根系の分布領域などの調査を行い、これらの結果を総合して理想的根系の形態や機能を想定することは難しい。なお、異径根群の場合は環境要因によって根の生育に比較的大きな変化を示すことも原因である。したがって、異径根群の構造解析の手法として、筆者らは樹木の茎葉部を対象として、吉良によって提示されたパイプモデル理論を適用し、これを更に発展させることを考えた。

2) 根系モデルからみた理想的根系：茎・根に二次肥大がみられるマメ科草本は茎または根の断面積に占める通導断面積の割合が高く、パイプモデル理論への適応性が高いと考えられた。筆者らは、大豆を供試してパイプモデルを適用して、根系の量を或る

程度まで推定しうることを明らかにしたが、さらに、根系モデル（仮想パイプモデル）による構造の解析を行い、根系構造の直径階級別分級を基に根系構造の総合的な把握を行っている。根系がパイプモデルに完全に当てはまるならば、各直径階級の根系モデルは円筒形となる筈である。しかし実際の根系では生育条件にかかわらず直径が約1mm未満の細根ではパイプモデルに適合しない部分が存在する。この非適合部分は養水分の吸収やホルモン合成など生理機能の高い部分で、地上部の葉（同化部分）に相当すると想定している。多くの場合、非適合部分の占める根表面積の割合は極めて大きいばかりでなく、根の表面積と葉面積との間に高い有意な正の相関関係が認められる。両者の比は生育環境によって変化する。たとえば、土壌締め固め区より有機物施用区においてははるかに大きく、また、乾燥と湿潤土壌では前者で大きい。すなわち、根系モデルによる根系構造の解析は根系を構成するすべての根を短材に切断し、その構成内容を踏まえて根系構造を詳細に解析することが可能となるので、理想的根系を追求する上での極めて有効な手法になり得ると考えられる。

3) Shoot-Rootの相対生長からのアプローチ： 環境要因に対して示す茎葉部の多様な反応を理解するためには、根も葉も一体のものとして捉える必要がある。このような視点から、Shoot-Rootの量的バランスの把握が行なわれた。栄養生長期にみられる対数直線関係や、植物による違い、多収化にともなって根重の割合が減少する傾向も指摘されている。一方、牧草の刈り取り後の再生時に本来のShoot/Root比へ復元する現象はShoot-Root間の物質の分配を支配する生長調節物質の作用に求められなければならない。

### 3. Shoot-Rootの生長調節機構

1) ホルモンの制御： 茎葉部と根の相互関係は複雑なホルモンの制御システムによって調整されている（不明な部分も多いが）。不良土壌条件下における植物の生長、根の屈地反応、乾燥や湿潤に対する根の反応などもホルモンの関与において説明される。一方、乾物の分配についてはsource-sinkの関係によって説明される場合もある。

2) 環境要因： 光強度、養分、温度、土壌理化学性、水分、通気、有機物、微生物、種・品種、耕種法等々は茎葉部と根の乾物分配に影響するばかりでなく、環境の変化に対するこれら器官の複雑な相互依存や茎葉部と根のバランスを微妙に制御している。

### 4. おわりに

理想とは「観念において、一切の現実的不備と欠陥とを捨象し、願わしい条件をことごとく具備させた状態」である（広辞苑）。根は遺伝と環境の産物であり、生産の向上につながる作物（根系を含む）の遺伝的解明と育種、より好適な生育環境の解明と具体化によって、作物の理想的根系像がより明確になると思われる。