

作物の多収性と草型をめぐって 秋田重誠

作物収量の決定過程は、生態的要因、さらには個体群の構成単位である作物個体の生理形態的 (morpho-physiological) 諸要因など多要因の影響を受ける。なかでも、形態的形質は、人間の視覚で捉えられる形質であり、栽培管理、育種に当たって改良の対象として好都合であるうえ、生理生態的形質とも、しばしば、強い関連性を持つため多収性研究の対象として取り上げられ、草型理論などが展開されてきた。そこで、ここでは作物あるいは作物個体群の形態的諸要因を主たる対象とし、多収性との関連性について概観する。

耕地生態系下における太陽エネルギーの固定は植被 (canopy) により行われるが、植被もエネルギー固定系としては個葉と相同であり、そのエネルギー固定量は個葉における光エネルギー固定が色素の種類、量、エネルギー変換効率のような生理的形質とともに、葉緑体の配列の仕方、量により影響を受けるのと同様に、植被を構成する個葉の量、角度などの形態的諸形質により変化する。また、光エネルギー固定系の形態は、光強度に応じて変化し、陰葉、陽葉、陰性植物、陽性植物など光環境に応じた多様な適応型が見られる。このように形態的諸特性と光合成効率が光環境により変化する根源は光合成系の基本単位である葉緑体の光-光合成関係が直線ではなく、飽和型の双曲線により近似される特性を持つことによる。光-光合成関係が直線であれば形態的形質の関与の余地ははるかに小さいものであったと考えられよう。植被がエネルギー固定系として見た場合、個葉と異なる点は同化器官に対する非同化器官の量が一般的に大きくなること、さらには、エネルギーの担体である炭素および窒素化合物などの合成に必要な無機塩類および水を根を通じて植被に吸収し、そこで種々の生合成を行なうことであろう。このような根の存在も植被という作物の光エネルギー固定系固有の問題であり、根の形態的諸形質が栄養塩類、水の吸収、地面への固着程度 (倒伏程度への影響) など、植被全体のエネルギー固定過程に影響を及ぼし、ひいては多収性に関与する。この植被により固定されたエネルギーから光合成工場である植被自身の維持のためのエネルギー消費がなされ、余剰のエネルギーが植被自身を構成する種々の物質の生合成および貯蔵にむけられるため、維持エネルギー量、光合成、非光合成系へのエネルギー分配、さらには収量部分に関与する形態的諸形質が収量と密接な関連性を持つ。

多収と理想型草型

光エネルギーの吸収、固定に関係する植被、固定したエネルギーの分配に関与する形態的諸形質と多収性との関連性については、理想型草型 (ideotype) が提唱され、単一の "ideotype" が多収のための万能であるかのごとき誤解を抱かれた時代もあった。しかし、現在では、多収のための "plant type" は普遍的な単一のものではなく、自然的環境、人為的制御程度など栽培環境に応じた "ideotype" が存在すると理解されている。自然条件のように人為的制御がほとんどなされない条件下での作物栽培における収量性、すなわち、例えば除草剤、肥料が無い条件下では、雑草との競合に打ち勝つための "高さ" を獲得することが必要となり、茎や桿部分へのエネルギー分配を増大することが生存に不可欠となる。

したがって、茎部分へのエネルギー分配低下は収量性の大きな低下をとめない、伝統的な草丈の高い品種がそのような条件下での多収品種となる。このように多収のための草型は基本的には作物の栽培のための人為的制御の程度により異なる。また、"ideotype"は往々にして栽培環境ごとに単一の生態型として描かれることが多いが、本来、生育時期ごと"ideotype"は動的に変化するものでもある。より正確には、"V字理論"など多収のための分枝技術にみられるように収量部分の形成時期にエネルギー固定量を最大化するために、各々の生育時期ごとに異なった"ideotype"が存在すると考えるべきである。

かつては、一般に根の生育量の増大は多収をもたらすと考えられ、根研究は多収研究の主流であった。現在でも、しばしば、根への物質分配の大きさと収量性の間に正の相関が見られ、明らかに根の発達を促し、水分、養分の利用可能領域を拡大することが多収の鉄則となる場合がある。しかし、これは畑作、不良土壌のように人為的制御が困難な耕地生態系下での作物においてであり、現在の水稻や野菜の栽培のように栽培環境の人為的制御が可能な耕地生態系あるいは施設での生産においては、不都合が生じない限り根、茎など非同化器官へのエネルギーの分配を低下させる半矮性などの形態的特性が多収の基本原則となっている。かつての「根深くして草繁る」は現在では普遍性を持つとは言い難い。

多収化に向けた形態的諸形質の最適制御

多収のためには根などへの物質分配が減少させる方向の技術が有効であると述べたが、現在でも根への物質分配の減少は環境変動に対する安定性を明らかに低下させ、多収性は環境変動による収量の変動の増大をとめないやすい。一方、畑作物の多収には現在でも根が最重要形質であると述べたが、畑作物といえども、水分ストレスが小さく、養分的にも問題がない場合には根への物質分配の減少が多収をもたらす事例は見られる。したがって、作物の多収化にあたってはストレスの種類、程度に応じて草型は決定されるべきである。さらには、根の生理的活性の指標となる溢液量は地上部の光合成による呼吸基質供給量に支配されるのであり、植物ホルモンの器官間の移行など器官間のエネルギー分配には強い相互作用が存在する。したがって、収量最大化のための各器官への最適エネルギー分配量は、このような器官間のエネルギー分配、これに関連する諸形質の最適制御が不可欠となる。収量を最大化するための各器官へのエネルギー分配の最適化こそ栽培管理の要諦でもあり、栽培研究者としての立場をとるならば根だけを研究の対象とするわけには行かない。このような、多要因間の相互作用などの複雑な解析、篤農家の技術のような普遍性を欠く技術の内容の解析などに対し、シミュレーション手法の有用性が高いことが実証され、今や栽培研究の主要な手法となりつつある。

今後とも、作物をとりまく栽培環境は作物の種類、栽培地域、社会経済的状況により変化する。このような状況の変化は栽培環境の制御程度の違いをとまうが、農業においてはこのような状況下でつねに収量性を最大化することが求められる。昨今、有機農法など農業生産の持続的発展に対応した栽培技術開発の必要性も唱えられており、このような状況に対応するためにも、これまでの化学肥料など補助エネルギー依存型農業から作物自身の生産性の向上、環境耐性の一層の向上をめざした新しい"plant type"が求められよう。