

根の機能と作物の生産 (1) \*

信濃卓郎、大崎満 (北海道大学農学部・作物栄養学講座)

根の機能のうち、もっとも重要なのは養分吸収と水吸収であろう。ここでは養分吸収、特に窒素吸収に焦点を絞って根の機能について考えてみることにする。養分吸収は根で進行しており、根が養分吸収の制御において土壌溶液との接点として中心的な役割を果たしていると考えるのは妥当であろう。そこで、根の養分吸収はMichaelis-Menten型のKinetic parameterの解析により明確にすることが可能であると考えられ、多くの研究がなされている。しかしながら、もし、このような機構のみによって養分が吸収されるとすると、植物体の無機養分組成は培地養分濃度により規定されることとなる。しかし、地上部の養分組成比はあまり大きく変動することはなく、実際、地上部の養分への要求に応じて養分が積極的に吸収されたり、あるいは排除されたりする機構も存在する。したがって、養分吸収を考える場合、根の機能のみならず、地上部の生育と地上部の養分要求についても考えなければならぬ。これら全貌ははまだ解明されておらず、本報では地上部との関連で根の機能について予備的な考察について述べることにする。

窒素吸収能 ( $\Delta N$ ) を根に関連したパラメーターで解析すると以下の式ようになる。

$$\Delta N = SAR_N \times RW$$

ここで、 $\Delta N$  ( $gN\ m^{-2}\ day^{-1}$ ) は単位面積当たり一日に吸収される窒素の量で、 $SAR_N$  ( $gN\ day^{-1}\ gRoot^{-1}$ ) は単位根重あたりの窒素吸収速度を、 $RW$  ( $gRoot\ m^{-2}$ ) は単位面積当たりの根重を示す。また、乾物増加能 (CGR) は以下のごとく示すことが可能である。

$$CGR = NAR \times LAI$$

ここで、 $CGR$  ( $g\ m^{-2}\ day^{-1}$ ) は単位面積当たり一日当たりの乾物増加量を、 $NAR$  は純同化率 ( $g\ m^{-2}\ day^{-1}$ ) で葉面積当たり一日当たりの乾物増加量、 $LAI$  ( $m^2\ m^{-2}$ ) は葉面積指数を示す。そこで、イネ科8作物とマメ科7作物を栽植密度と窒素施与量を変えて栽培し、イネ科とマメ科の比較において  $\Delta N$  と各種パラメーターとの関係について第1表に示した (Shinano et al. 1994)。ここで、 $\Delta N$  と  $CGR$  との間に強い相関が認められた。これは、乾物生産量 (DM) と窒素吸収量 (N) の間には生育を通してみたときに、イネ科では  $DM = DM_0 \times \exp(CNI \times N)$  の式が、マメ科では  $DM = DM_0 + CNI' \times N$  の式が成立することに起因する (Osaki et al. 1992)。ここで、DM は単位面積当たりの植物体の乾物生産量、 $DM_0$  は初期値、CNI (carbon nitrogen index for Gramineae) と  $CNI'$  (carbon nitrogen index for Leguminosae) は係数、N は単位面積当たりの植物体に吸収された窒素量を示す。つまり、イネ科では  $dDM/dN = CNI \times DM$  となり、マメ科では  $dDM/dN = CNI'$  となるため、生育を追って  $dDM$  と  $dN$  の相関が大きくなるためである。ちなみに、 $CGR/\Delta N$  では単位時間のパラメーターが相殺されるため、 $dDM/dN$  と同じこととなる。つまり、窒素吸収は炭素同化と強い相互作用のもとに起こることは明らかである。

$\Delta N$  について  $SAR_N$  と  $RW$  の寄与についてみると、イネ科作物では生育のかなり初期から  $SAR_N$  が  $\Delta N$  に強く関与しており、マメ科では栄養生長期初期においては  $RW$  の  $\Delta N$  への寄与が大きいが、栄養生長期後期になるとこの関係は消失し、 $SAR_N$  の重要性が高まった (第1表)。 $\Delta N$  について地上部の光合成能の要因である  $NAR$  と  $LAI$  の寄与について見ると、両科とも  $LAI$  の寄与が大きい。従って、 $\Delta N$  は  $SAR_N$  と  $LAI$  に強く依存していることになる

\* 後半部「根の機能と作物の生産 (2)」は次号に掲載予定。引用文献は次号で一括して掲載する。

第1表 イネ科とマメ科における根部と地上部の各種パラメーターの比較

Gramineae	$\Delta N$	RW	SAR <sub>N</sub>	NAR	LAI	CGR
Early vegetative stage						
$\Delta N$	1	0.289	0.586**	-0.087	0.511**	0.897**
RW		1	-0.495	0.189	0.250	0.535**
SAR <sub>N</sub>			1	-0.208	0.211	0.353*
NAR				1	-0.474**	0.060
LAI					1	0.539**
CGR						1
Late vegetative stage						
$\Delta N$	1	-0.003	0.841**	0.093	0.344	0.591**
RW		1	-0.123	-0.088	0.302	0.005
SAR <sub>N</sub>			1	0.122	0.192	0.459**
NAR				1	-0.487**	0.250
LAI					1	0.241
CGR						1
Leguminosae						
Early vegetative stage						
$\Delta N$	1	0.917**	-0.485**	0.079	0.752**	0.963**
RW		1	-0.573**	0.243	0.612**	0.974**
SAR <sub>N</sub>			1	-0.073	-0.453*	-0.532**
NAR				1	-0.131	0.224
LAI					1	0.694**
CGR						1
Late vegetative stage						
$\Delta N$	1	-0.184	0.425*	0.092	0.616**	0.868**
RW		1	-0.548**	-0.605**	0.174	0.049
SAR <sub>N</sub>			1	0.559**	-0.078	0.253
NAR				1	-0.467*	0.161
LAI					1	0.519**
CGR						1

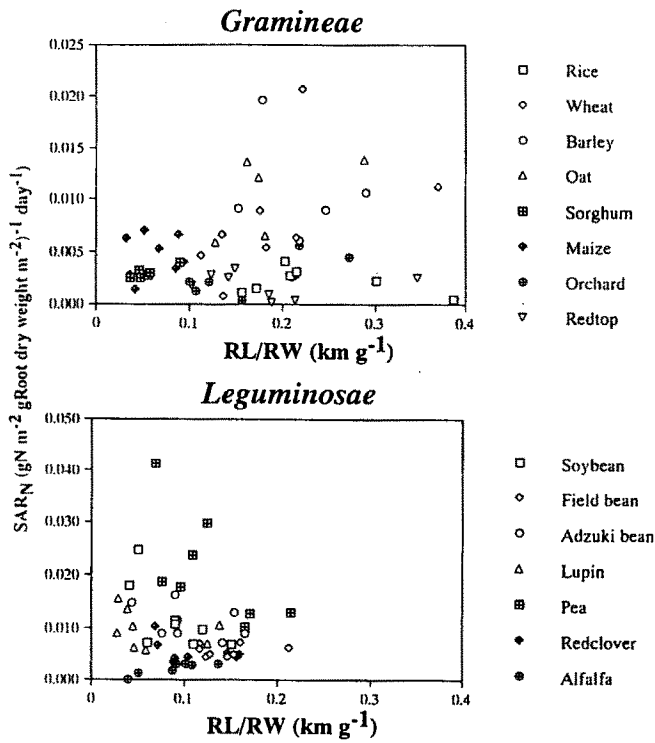
\* significant at 5% level.

\*\* significant at 1% level.

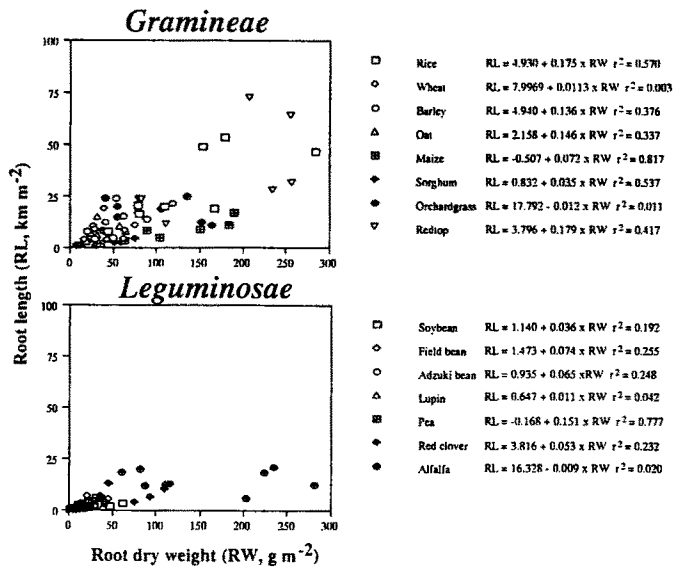
が、その関係はイネ科とマメ科作物では大きく異なることが明らかになった。

根の形態が養分吸収にどのように影響するであろうか？ 根長/根重比が根の太さの指標で、細い根が多いほど一般的には養分吸収に有利になると考えられているので、この値とSAR<sub>N</sub>の関係をみたのが第1図である。これらの結果は根の太さが単純に養分吸収能と対応しているとは考えにくいことを示している。また、第2図のように根重と根長の間にはかなり密接な関係が維持されている。本報では根毛の評価を行っていないが、根毛長は根長に対して指数関数的な量として表現されるであろうから、根毛を含めた根長（もしくは根表面積）は作物間できわめて大きな差をもたらすと考えられる。しかし、実際には同一養分条件下で生育させた各種作物の養分吸収経過はかなり似たものとなる（2倍異なることはない）ことから、少なくとも養分が一定量以上存在する土壌において根毛が養分吸収を強く制御しているとは考えられない。そこで、ある程度肥沃な土壌においては測定誤差の大きい根長よりは細根の影響の小さい根重の方が養分吸収を考える上で好都合である。

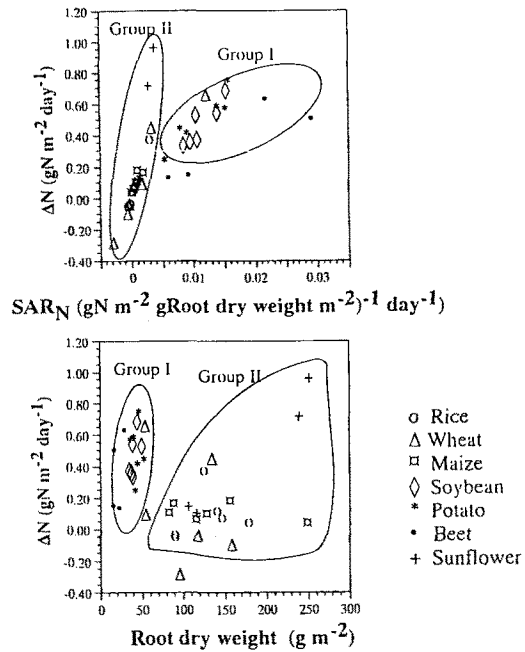
養分吸収能が生育の進行に伴い、次第に低下することが広く認められていることから、生育の進行に伴って地上部と根部の養分吸収に基づく関係が変動することが予想される。開花期から登熟中期までの $\Delta N$ とRWおよびSAR<sub>N</sub>の関係をみたのが第3図であり、供試したイネ、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、バレイショ、ビート、ヒマワリのいずれの作物においても $\Delta N$ とSAR<sub>N</sub>の間は正の相関関係が認められた(Osaki et al. 1995)。また、このとき、多収性の作物では生育の後半において、より多くの窒素を吸収することが高い乾物生産性の維持に結びついており(Osaki et al. 1991)、これは同時に高いSAR<sub>N</sub>が維持されていることを意味している。このように作物の根の機能を養分（特に窒素）吸収の側面から解析すると、作物の生産にとって極めて重要な登熟期においては根量が多いほど養分吸収が盛んであるような現象は認められず、根の活性が特に重要な役割を果たしていると推定される。根の活性の維持には地上部からの光合成産物の供給が不可欠と考えられるが、それでは光合成産物の根への供給はどのような機構により制御されているであろうか？（続く）



第1図 根長/根重比(RL/RW)と単位根重当たりの窒素吸収能(SAR<sub>N</sub>)の関係



第2図 根重(RW)と根長(RL)の関係



第3図 単位根重当たりの窒素吸収能( $\text{SAR}_N$ )  
および根重(RW)と窒素の吸収速度( $\Delta N$ )の関係

Root function and crop production

Takuro SHINANO and Mitsuru OSAKI (Faculty of Agriculture, Hokkaido University)