［別紙２］

論文審査の結果の要旨

申請者氏名　田島　亮介

近年、持続的な農業が求められており，マメ科作物と共生する根粒菌による窒素固定を効率的に利用することが一つの方法と考えられる.窒素固定については多くの研究が行なわれてきたが,これを積極的に利用するには，根系の形成に伴う根粒分布の推移や，個々の根粒の窒素固定能力の経時的な変化について理解する必要がある．そこで，本研究では世界的に重要なマメ科作物であるラッカセイを対象とし，個々の根粒の発育と窒素固定能力との関係をおさえたうえで，根系形成に伴う根粒分布の推移を検討した．また，これらの結果を踏まえて，窒素固定能力を最大限に発揮させるための理想的な根系形成と根粒形成について考察した.

１．根粒の発育と窒素固定能力との関係

根粒と親根の維管束連絡について検討した結果,親根の維管束が側根に分岐する部位に根粒の維管束が接続する様相が明らかとなった．また，根粒の中心側の根粒菌感染領域が感染細胞のみによって構成されていることや、感染領域を取り囲む非感染領域が薄いことも分かった。根粒の直径を指標として，根粒の発育と窒素固定能力の関係について検討した結果、直径 2.0mm 以下の根粒ではアセチレン還元活性で評価した窒素固定能力と,根粒断面における根粒菌感染領域の面積との間に有意な正の相関関係が認められた.根粒菌感染領域の断面積割合はほぼ一定であるため，個々の根粒の直径から窒素固定能力を推定できる．生育が進んだ直径 2.0mm 以上の根粒では根粒の直径のみから窒素固定能力を推定することが難しい点に注意すれば,根粒の直径から窒素固定能力を簡便に評価できることが明らかとなった.

２．根系形成と根粒形成との関係

遺伝的な背景や草型が異なる 12 品種の根系形成や根粒形成について品種間比較を行った結果,多くの品種で、主根の基部側に形成された 1 次側根から 2 次側根が分岐する部位に多くの根粒が形成された．また、主根や 1 次側根の直径と根粒数との間にも有意な正の相関関係が認められることが多く，根系の形態的形質と根粒数の関係が示唆された．千葉半立とナカテユタカについて根系形成と根粒形成との関係を検討した結果、特に主根の基部側に形成された 1 次側根に多くの根粒が形成されていた．生育前半の根系形成には品種間差異は認められなかったが，生育後半になると,ナカテユタカより千葉半立の方が主根と１次側根の直径が大きくなった.生育後半には、主根の基部から離れた 1 次側根に形成される根粒数も千葉半立よりナカテユタカで多く、根系全体の根粒数もナカテユタカの方が多かった．千葉半立では大きい根粒が多かったのに対して，ナカテユタカでは小さい根粒が多かった．この差異は、ナカテユタカでは生育後半も根粒の形成が続いたのに対し,千葉半立では生育前半に形成された根粒の肥大が生育後半まで継続したためと考えられる．このように根粒の分布と直径が生育段階や品種で異なることは、根粒の窒素固定

能力が時間とともに変化することを考慮すると､個体全体の窒素固定能力にも大きく影響すると考えられる.

３．根系形成の特徴を踏まえた根粒分布のデザイン

ラッカセイにおける理想的な根系形成と根粒形成を考えるための情報を得るため, 生育に伴う根系形成の特徴を根箱法で検討したところ，根系全体の伸長速度に 2 回のピークが認められた. 1 回目のピークでは主根と 1 次側根の伸長が旺盛であり，2 回目のピークでは高次側根の伸長も寄与していた．また，主根の伸長が止まると，主根の基部側に形成されていた 1 次側根の伸長が補償的に促進された．この 1 次側根は，フィールドで多くの根粒を形成した 1 次側根に相当すると考えられた. 根系形成を変化させれば根粒形成を制御できるかどうかを検証するために主根の根端を切断したところ，主根の基部側に形成されていた 1 次側根の伸長が促進されたし，根粒数も増加した。地上部の乾物重も有意に増加したが、これは個体全体の窒素固定能力が促進されたためである可能性が高い．すなわち，根系形成を変化させることで，窒素固定能力を制御できる可能性が実証された.

以上のように，ラッカセイの根系形成と根粒形成との関係や、根粒の発育と窒素固定能力との関係について貴重な情報が得られた．これを利用すれば，ラッカセイの根系上の根粒分布を基にして窒素固定能力の分布を図示することが可能である．この分布図があれば，理想的な根系形成と根粒形成に関する議論ができ, 根系形成の制御を通じて窒素固定能力を変化させることも可能である．また、根粒の分布と直径に関する情報から根系全体の窒素固定能力を評価する手法は, 他のマメ科作物にも応用可能と考えられ, 根粒菌による窒素固定を持続的な農業に利用していくための重要な知見が得られた. これらの知見は学術上また応用上､極めて価値が高いものである。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）に値するものと認めた。