

学 位 論 文 題 名

草本植物と木本植物における低養分土壌適応性と
養分利用効率に関する比較植物栄養学的研究

学位論文内容の要旨

草本種と木本種の低養分土壌適応性と吸収した養分の利用効率については草本種間あるいは木本種間で解析した研究がこれまで多数報告されているが、比較植物栄養学的に比較解析した研究は少ない。そこで本研究は、80年間にわたって窒素、リンあるいはカリウムを施与していない圃場で栽培した11種の草本種と、イヌエンジュ、ハルニレ、ドロノキの3種の木本種および、熱帯の低養分・酸性土壌に生育したパイナップル、サトイモ、ショウガ、コンニャクの4種の草本種と、メラルーカ、メラストーマ、サゴヤシ、アブラヤシの4種の木本種について、低養分土壌適応性および養分利用効率とそれらの支配要因を比較解析することを目的として実施した。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 草本種と木本種における低養分土壌適応性とその支配要因の種間比較

1) 低窒素土壌適応性は、草本種では、パイナップルおよびショウガで低窒素含有率耐性が高いために高く、ベニバナ、コムギ、ナタネで低窒素含有率耐性および窒素吸収能が低いために、キクイモ、トウモロコシ、ズッキーニ、ダイズ、ヒマワリで窒素吸収能が低いために低く、木本種では、イヌエンジュで窒素吸収能が高いために、熱帯の低養分・酸性土壌で生育した種では低窒素含有率耐性が高いために高く、ハルニレでは窒素吸収能が低いために低かった。

2) 低リン土壌適応性は、草本種では、ダイズ、アズキ、コムギでリン吸収能が高いために、キクイモ、パイナップル、サトイモおよびショウガで低リン含有率耐性が高いために高く、木本種では、イヌエンジュおよびドロノキでリン吸収能および低リン含有率耐性が高いために、熱帯の低養分・酸性土壌で生育した種では低リン含有率耐性が高いために高かった。キクイモ、ダイズおよびドロノキでは葉へのリン分配能が高いことも適応性が高い一因であった。

3) 低カリウム土壌適応性は、草本種では、コムギおよびナタネでカリウム吸収能が高いために、ソルガム、アズキ、ベニバナで低カリウム含有率耐性が高いために高く、木本種では、ドロノキでカリウム吸収能が高いために、イヌエンジュでカリウム吸収能および低カリウム含有率耐性が高いために、メラルーカ、メラストーマ、アブラヤシで低カリウム含有率耐性が高いために高かった。アズキでは葉へのカリウム分配能が高いことも適応性が高い一因であった。

4) 低窒素含有率耐性は木本種で草本種より高い種が多く、窒素吸収能はイヌエンジュおよびドロノキで草本種より高くハルニレで多くの草本種と同程度であり、葉への窒素分配能は木本種で低かった。これらの生育特性が組み合わされた結果、低窒素土壌適応性は、多く

の木本種で草本種より高かったが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在した。

5) 低リン含有率耐性およびリン吸収能は木本種で草本種より高く、葉へのリン分配能は木本種と草本種の両者間に大差がなかった。その結果、低リン土壌適応性は、多くの木本種で草本種より高かったが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在した。

6) 低カリウム含有率耐性および葉へのカリウム分配能は木本種と草本種の両者間に大差がなく、カリウム吸収能はイヌエンジュおよびドロノキで草本種より高く、ハルニレで多くの草本種より低かった。その結果、低カリウム土壌適応性は、多くの木本種で草本種よりやや高かったが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在した。

7) 草本種と木本種の生育特性を比較すると、木本種で草本種より葉の寿命は長く、最大光合成能は低く、光合成産物の転流割合は低く、相対生長速度は低かった。短い寿命の葉を持つ種は高養分土壌に、長い寿命の葉を持つ種は低養分土壌に分布することが一般的であるが、これは上記の生育特性に起因するものと考えられた。

2. 草本種と木本種における低養分土壌での養分利用効率とその支配要因の種間比較

1) 低養分土壌で生育が当該要素の欠乏によって障害を受けた種でも、生育が正常に行われた種でも、ともに吸収した養分を、養分が十分に供給されている場合と同じかさらに効率よく用いて乾物生産を行う機構が強く働いていた。

2) 低窒素、低リンおよび低カリウム土壌における窒素、リンおよびカリウム利用効率は、草本種ではそれぞれ、 $34 \sim 160\text{g/gN}$ 、 $260 \sim 1300\text{g/gP}$ 、 $25 \sim 250\text{g/gK}$ であり、木本種ではそれぞれ、 $63 \sim 170\text{g/gN}$ 、 $870 \sim 1500\text{g/gP}$ 、 $270 \sim 390\text{g/gK}$ であった。草本種における養分利用効率の種間差は、窒素では主に収穫部位の窒素要求性およびタンパク質成分の集積、リンでは主に葉の寿命、収穫部位のリン要求性および細胞壁成分の集積、カリウムでは主に葉の寿命および収穫部位のカリウム要求性の差異によって決定された。木本種における種間差は、窒素およびリンでは主に幹の窒素およびリン要求性、カリウムでは主に葉のカリウム要求性の差異によって決定された。

3) 養分利用効率を木本種と草本種で比較すると、低窒素土壌における窒素利用効率は、ハルニレおよびドロノキで多くの草本種と比較して、葉の寿命が長く、タンパク質成分集積が少ない幹の窒素要求性が低いために高く、低リン土壌におけるリン利用効率は、木本種で葉の寿命が長く、細胞壁成分集積が多い幹のリン要求性が低いために高く、低カリウム土壌におけるカリウム利用効率は、木本種で葉の寿命が長く、細胞壁成分集積が多い幹のカリウム要求性が低いために高かった。

以上の結果、低養分土壌適応性は、草本種および木本種ともに、低養分含有率耐性と養分吸収能の両者、あるいはいずれか一方によって支配され、多くの木本種で草本種より高いが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在すると結論される。養分利用効率は、草本種では葉の寿命、収穫部位の養分要求性、および主要な集積有機成分のいずれかまたは複数の要因によって支配され、木本種では主に幹または葉の養分要求性によって支配された。養分利用効率は木本種で草本種より高く、それは、葉の寿命が木本種で草本種より長いために吸収した養分を体内で長期間用いることが可能であること、植物体を構成する有機成分が主に細胞壁成分であり、その合成のための養分要求性が低いことに起因すると結論される。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 但 野 利 秋
副 査 教 授 波 多 野 隆 介
副 査 助 教 授 大 崎 満

学 位 論 文 題 名

草本植物と木本植物における低養分土壌適応性と 養分利用効率に関する比較植物栄養学的研究

本論文は、図78、表16、引用文献109を含む総頁数162の和文論文であり、別に参考論文6編が添えられている。

本研究は草本種および木本種について低養分土壌適応性と養分利用効率ならびにそれらの支配要因を比較解析することを目的として実施したものである。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 草本種と木本種における低養分土壌適応性とその支配要因の種間比較

1) 低窒素土壌適応性は、イヌエンジュおよび熱帯の低養分・酸性土壌で生育した種で、低リン土壌適応性は、ダイズ、アズキ、コムギ、キクイモ、イヌエンジュ、ドロノキおよび熱帯の低養分・酸性土壌で生育した種で、低カリウム土壌適応性は、コムギ、ナタネ、ソルガム、アズキ、ベニバナ、ドロノキ、イヌエンジュ、および熱帯の低養分・酸性土壌で生育した種で、低養分含有率耐性と養分吸収能の両者、あるいはいずれか一方が高いために高く、いくつかの種で葉への養分分配能が高いことも適応性が高い一因であった。

2) 低窒素含有率耐性および低リン含有率耐性は木本種で草本種より高く、低カリウム含有率耐性は両者間に大差がなく、窒素、リン、およびカリウム吸収能はイヌエンジュおよびドロノキで草本種より高かった。その結果、低窒素、低リンおよび低カリウム土壌適応性は、多くの木本種で草本種より高かったが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在した。

3) 草本種と木本種の生育特性を比較すると、木本種で草本種より葉の寿命は長く、最大光合成能は低く、光合成産物の転流割合は低く、相対生長速度は低かった。短い寿命の葉を持つ種は高養分土壌に、長い寿命の葉を持つ種は低養分土壌に分布することが一般的であるが、これは上記の生育特性に起因するものと考えられた。

2. 草本種と木本種における低養分土壤での養分利用効率とその支配要因の種間比較

1) 低養分土壤で生育が当該要素の欠乏によって障害を受けた種でも、生育が正常に行われた種でも、ともに吸収した養分を、養分が十分に供給されている場合と同じかさらに効率よく用いて乾物生産を行う機構が強く働いていた。

2) 低窒素、低リンおよび低カリウム土壤における窒素、リンおよびカリウム利用効率は、草本種ではそれぞれ、 $34 \sim 160\text{g/gN}$ 、 $260 \sim 1300\text{g/gP}$ 、 $25 \sim 250\text{g/gK}$ であり、木本種ではそれぞれ、 $63 \sim 170\text{g/gN}$ 、 $870 \sim 1500\text{g/gP}$ 、 $270 \sim 390\text{g/gK}$ であった。草本種における養分利用効率の種間差は、窒素では主に収穫部位の窒素要求性およびタンパク質成分の集積、リンでは主に葉の寿命、収穫部位のリン要求性および細胞壁成分の集積、カリウムでは主に葉の寿命および収穫部位のカリウム要求性の差異によって決定された。木本種における種間差は、窒素およびリンでは主に幹の窒素およびリン要求性、カリウムでは主に葉のカリウム要求性の差異によって決定された。

3) 養分利用効率を木本種と草本種で比較すると、低窒素土壤における窒素利用効率は、ハルニレおよびドロノキで多くの草本種と比較して葉の寿命が長く、タンパク質成分集積が少ない幹の窒素要求性が低いために高く、低リン土壤におけるリン利用効率は、木本種で葉の寿命が長く、細胞壁成分集積が多い幹のリン要求性が低いために高く、低カリウム土壤におけるカリウム利用効率は、木本種で葉の寿命が長く、細胞壁成分集積が多い幹のカリウム要求性が低いために高かった。

以上の結果、低養分土壤適応性は、草本種および木本種ともに、低養分含有率耐性と養分吸収能の両者、あるいはいずれか一方によって支配され、多くの木本種で草本種より高いが、草本種で木本種と同程度に高い種も存在すると結論される。養分利用効率は、草本種では葉の寿命、収穫部位の養分要求性、および主要な集積有機成分のいずれかまたは複数の要因によって支配され、木本種では主に幹または葉の養分要求性によって支配された。養分利用効率は木本種で草本種より、葉の寿命が長く、細胞壁成分集積が多い幹の養分要求性が低いために高いと結論される。

以上のように、本研究は15種の草本種と7種の木本種を供試して、低養分土壤適応性と低養分土壤における養分利用効率の草本種間、木本種間ならびに草本種と木本種間差異と、それらに差異をもたらす生理、生態的機構を明らかにしたものである。これらの知見は、学術的に高く評価されると同時に、荒廃した低養分土壤における生態系の修復と植物生産の向上のために大きな貢献をなすものである。よって審査員一同は、山田美奈が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。