

氏名	うちやま　ともじ 内山知二
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	甲第326号
学位授与年月日	平成16年　3月12日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	土壤中の可給態窒素評価における幼植物試験の方法とその意義
学位論文審査委員	（主査）本名俊正 （副査）藤山英保　　進藤晴夫　　若月利之 山本定博

## 学位論文の内容の要旨

窒素は農業生産において植物養分として最も重要な成分であり、土壤中の可給態窒素評価については数多くの研究がある。可給態窒素の分析的な手法としては、土壤抽出液に含まれる無機態の窒素を測定する方法、微生物による影響を加味したものとしてインキュベーション法やガラス繊維ろ紙を使って供試試料を土壤に埋設する方法等が行われている。特に、農耕地の可給態窒素の指標として定着しているのは硝酸態窒素を定量する方法で、短時間で安定した評価が得られる。しかし、近年、肥効調節型肥料の普及や堆肥等有機質資材の効果を見直す機運が広がり、土壤中の可給態窒素が硝酸態窒素含量だけで評価しにくい場面が増加してきた。一方、わが国の肥料取締法では、肥料の安全性を確保するために植物を使った試験方法が規定されていて、コマツナを用いた幼植物試験を評価手法のひとつとして重視する方向を示している。しかし、この試験方法に規定されている事柄は、使用するポットの種類、供試作物、温度管理、土壤水分管理にすぎず、その内容は雑把である。このため、この試験の評価は同時に実施した同一のコマツナ品種に関して、標準的な肥料を与えた場合の生育と試験資材を与えた場合のそれとを比較した指数を示すにとどまっている。しかしながら、環境条件によってコマツナの生育が大きく異なることは容易に想像できる。これでは、他の試験結果との比較ができないばかりか、場合によっては同じ資材に対して異なる評価を下す可能性がある。

このため、この幼植物試験をより有効なものにするためには、播種方法を含めた供試品種の検討や、栽培環境の平準化が重要であると考え、栽培試験方法の改良を検討することにした。また、再現性の高い栽培環境が確保されることによって土壤中の可給態窒素評価において、従来の分析的手法と幼植物試験による方法を比較し、幼植物試験による方法の有効性について検討することを目的とした。

まず、供試植物側の問題として、供試するコマツナ品種が様々な温度条件のもとで、発芽に要する時間を調査し、3週間の栽培後に試験結果に与える影響について検討した。さらに、個人的な技量が影響しにくい播種方法として、水溶性の播種シートを用いる方法を検討した。その結果、温度管理が可能な場所では、25℃を維持することによって、種子の粒径にかかわらず、いずれの品種を用いても試験に支障はないと考えられた。しかし、15℃程度の低温になる可能性がある場合には、温度適応性

の高い‘浜美2号’が好適な品種であった。また、播種シートを用いる方法は、大幅に播種時間を短縮でき、その栽培結果は従来法と有意な差がなかった。

次に、栽培環境を平準化するために人工照明や土壤恒温槽を持つ栽培装置を構成し、その効果を検証するとともに土壤塩類の影響を受けない光学式水分センサーを用いた自動灌水装置について検討した。その結果、地温の制御と幼植物の栽培に必要な照明を具備した簡易な装置によってコマツナの生育を安定化させる環境を構築できることが明らかになった。小規模の栽培システムの照明では蛍光灯は有望な光源であり、植物生育に十分な照度が確保できた。また、発光ダイオードを光源とした塩類の影響を受けない光学式水分センサーを利用して土壤水分の測定を検討した。従来、圃場レベルでの土壤水分測定法として使われている比誘電率式の水分計は、塩類濃度が高い場合に補正が必要なが知られている。このため、近赤外分光法を応用し、水の吸収波長である 1450 nm の発光ダイオードを光源にして、その反射光を測定する光学式センサーを用いて、塩類を添加した川砂の水分測定を行った。その結果、このセンサーは 0.1 mol L<sup>-1</sup>濃度に調整した硫酸アンモニウム、尿素、塩化カリウム、硫酸マグネシウムの各肥料塩溶液、および塩化ナトリウムの同濃度溶液の影響を受けなかった。また、海水の原液や 10、100、1000 倍希釈液を 0.1 kg kg<sup>-1</sup>添加した場合に、比誘電率法では高濃度になるほど影響を強く受けたのに対して、このセンサーは、海水濃度に関係なく影響を受けなかった。これらの結果から、この水分センサーは塩類濃度が高い砂質土壤で利用できる水分測定手法になる可能性を認めた。また、このセンサーを応用した自動灌水装置は、水分調節の困難な半閉鎖系のノイバウエルポットにおいて、手灌水と同等の性能を示した。

さらに、平準化された栽培条件で幼植物試験を行い、従来法である硝酸態窒素の定量やインキュベーションによる可給態窒素の評価と比較した。その結果、可給態窒素の少ない未耕土壤において、一般的に肥料効果が小さいとされている牛糞堆肥にも、分析的手法によって評価されている以上の窒素栄養の供給力があることを明らかにした。

本研究で得られた結果を総合すると、幼植物試験法は可給態窒素の評価法として、これまで十分に活用されていたとはいえず、栽培環境の平準化によって広範な農業資材の評価方法として高い利用価値がある手法になると考えられた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、植物の幼植物試験を平準化することによって、可給態窒素の評価の再現性高い栽培環境を確立したものである。窒素は農業生産において植物養分として最も重要な成分であり、土壤中の可給態窒素評価についてはこれまで数多くの研究がある。可給態窒素の分析的手法として、土壤抽出液に含まれる無機態の窒素を測定する方法、微生物による影響を加味したものとして培養法やガラス繊維ろ紙を使って供試試料を土壤に埋設する方法等が行われている。特に、農耕地の可給態窒素の指標として定着しているのは硝酸態窒素を定量する方法で、短時間で安定した評価が得られる。しかし、近年、肥効調節型肥料の普及や堆肥等有機質資材の効果を見直す機運が広がり、土壤中の可給態窒素が硝酸態窒素含量だけで評価しにくい場面が増加している。一方、わが国の肥料取締法では、肥料の安全性を確保するために植物を使った試験方法が規定されており、コマツナを用いた幼植物試験を評価手法の一つとして重視している。しかし、この試験方法に規定されている事柄は、使用ポットの種類、供試作物、温度管理、土壤水分管理にすぎず、その内容は雑把である。このため、試験の評価は

同時に実施した同一のコマツナ品種に関して、標準的な肥料を与えた生育結果と試験資材を与えた生育結果を比較した指数を示すにとどまっている。これまでの植物栽培試験では、環境条件によってコマツナの生育が大きく異なり、他の試験結果との比較ができないばかりか、場合によっては同じ資材に対して異なる評価を下す可能性がある。

そのような背景から、栽培環境の平準化のため栽培試験方法の改良についての検討が行われた本研究の成果について、論文審査を通して討議を重ねた。また、幼植物試験による方法の有効性について、本研究で行われてきた再現性の高い栽培環境の確保による土壤中の可給態窒素評価についても討議し、以下の点が確認された。

供試植物であるコマツナを様々な品種・温度条件下において発芽時間を調査することにより、栽培試験結果に与える影響、さらに個人的な技量が影響しない播種方法として開発した水溶性の播種シート法について討議した。その結果、温度管理は、25°Cを維持することによって、種子の粒径にかかわらず、いずれの品種を用いても試験に支障はなく、15°C程度の低温では、温度適応性の高い‘浜美2号’が好適な品種であることが明らかにされた。また、播種シートを用いる方法は、大幅に播種時間を短縮でき、その栽培結果は従来法と有意な差がないことが明らかにされた。

また、栽培環境を平準化するために人工照明や土壌恒温槽を持つ栽培装置、および塩類の影響を受けない光学式水分センサーを用いた自動灌水装置についても本研究において構築された。これらは、地温の制御と幼植物の栽培に必要な照明を具備した簡易な装置によってコマツナの生育を安定化させる環境を十分に構築できるものであった。小規模の栽培システムの照明として蛍光灯は有望な光源であり、植物生育に十分な照度が確保された。また、発光ダイオードを光源とした塩類の影響を受けない光学式水分センサーを利用して土壌水分の測定を検討が加えられた。近赤外分光法を応用することにより、水の吸収波長である1450nmの発光ダイオードを光源にして、その反射光を測定する光学式センサーを用いて、塩類を添加した川砂の水分測定を行った結果、このセンサーは0.1 mol L<sup>-1</sup>濃度に調整した硫酸アンモニウム、尿素、塩化カリウム、硫酸マグネシウムの各肥料塩溶液、および塩化ナトリウムの同濃度溶液の影響を受けない。また海水の原液、10、100および1000倍希釈液を0.1 kg kg<sup>-1</sup>添加した場合、比誘電率法では高濃度になるほど影響を強く受けるのに対して、このセンサーは、海水濃度に関係なく影響を受けなかった。これらの結果から、この水分センサーは塩類濃度が高い砂質土壌で使用できる水分測定手法になる可能性を認めた。また、このセンサーを応用した自動灌水装置は、水分調節の困難な半閉鎖系のノイバウエルポットにおいて、手灌水と同等の性能を示すといえた。

さらに、平準化された栽培条件で幼植物試験を行い、従来法である硝酸態窒素の定量や培養法による可給態窒素の評価と比較した。その結果、可給態窒素の少ない未耕土壌において、一般的に肥料効果が小さいとされている牛糞堆肥にも、分析的手法によって評価されている以上の窒素栄養の供給力があることを明らかにした。

以上、本研究は、可給態窒素の評価法のための栽培環境の平準化を確立し、広範な農業資材の評価方法として高い利用価値とした点においても、学術的に高い価値があり、学位論文として、十分な価値を有するものと判断した。