

学 位 論 文 題 名

農耕地における地域土壌情報システムと総合診断による  
土壌管理法に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、農業をとりまく情勢の変化に伴い、土壌管理の粗放化あるいは施肥の過剰によって農耕地土壌の悪化が懸念されている。農作物を安定して生産するためには土壌環境を常に適正に保ち、生産力の維持・増進を図らなければならない。そこで、本研究では三重県における土壌の理化学的な特性を明らかにし、土壌の理化学性が作物の生育に及ぼす影響を解明して、生産性を向上させるための情報を整備し、土壌診断を行う方法について検討した。また、既存の土壌情報を補完する手段として、根の調査法を開発し、これによって新たに得られた情報を加えて土壌診断基準の設定を行い、土壌調査結果を有効に利用して土壌の作物生産性を総合的に判定するための土壌総合診断および地域土壌情報システムの構築を目的とした研究を実施した。得られた結果は次の通りである。

1. 農耕地における土壌生産力とその要因解析

1) 水田における土壌統群別の水稻収量は、中粗粒灰色低地土・灰色系、細粒強グライ土、細粒グライ土、中粗粒グライ土で比較的多く、表層腐植質多湿黒ボク土、腐植質黒ボクグライ土、礫質強グライ土では少なかった。最近30年間の水田土壌の変化を調査し、作土の厚さや土壌の全炭素含有率は低下したが、可給態リン酸およびケイ酸は増加したことを明らかにした。

2) 水田土壌の特徴について主成分分析を用いて解析を行った結果、多くの土壌で作土の全炭素が不足しており、有機物の多投に重点をおいた改良が必要であった。また、腐植質多湿黒ボク土ではリン酸対策が、礫質黄色土では塩基の補給が重要な改良対策であることが示唆された。

3) 水稻の収量に及ぼす土壌要因の影響について数量化Ⅱ類分析を用いて解析した結果、作土の厚さ、リン酸吸収係数、陽イオン交換容量、カルシウム飽和度、マグネシウム飽和度、カリウム飽和度および窒素施肥量が重要な要因として抽出され、これらの要因が水稻収量に影響を及ぼしていると推定した。

4) ダイズの収量に及ぼす土壌要因の影響について数量化Ⅰ類分析を用いて解析した結果、次層土の土性、圃場の排水性、表層土の固相率、次層土の粗孔隙、pH、可給態窒素、全炭素および可給態リン酸が抽出された。

2. 根の画像解析による作物の生育診断

1) 根の表面積を簡易に測定するため、パーソナルコンピューターを用いて画像処理し、これを直接測定する方法を開発した。投影図からの根表面積の計算方法は根を円柱と仮定すれば、円柱の投影面積は  $2 r h$  ( $r$  : 半径,  $h$  : 高さ) であり、この側面積は  $2 \pi r h$  となり、これを根の表面積 ( $A$ ) とした。

$$A \approx 2 \pi r h$$

2) 標準試料を用いてこの方法の精度を検討した結果、直径100 $\mu$ m程度の太さの根までその表面積を正確に測定することが可能であった。

3) 移植後40日目の水稲の根を供試して測定をした結果、根表面積と葉面積との間には相関係数 $r=0.944$ の有意な直線関係が認められた。

4) ホウレンソウを根箱を用いて栽培し、アクリル板の観察面に現れた根を写真撮影して、画像処理後に根表面積を測定した。根の表面積は発芽後21日目から急速に増加し、4t/10a以上の有機物施用によって表面積が増加した。土壌から全量採取した根の表面積は、有機物施用区で多かったが、pH6.0~6.5の間では処理による差はみられなかった。

以上のことから、根箱を用いることにより根系の発達過程を数量的にモニタリングし、これを作物の生育診断のために利用することが可能になった。

### 3. 土壌総合診断および地域土壌情報システムの構築

1) 土壌総合診断システムを土壌の断面、物理性、化学性および診断地点にかかわる圃場管理データファイルの作成により構築した。このシステムを用いて土壌の診断を総合的に行い、土壌断面柱状図、三相分布、pF-水分曲線、レーダーチャート、ヒストグラム、処方箋の作成等を行うことが可能であった。

2) 土壌総合診断のサブシステムとして圃場管理システムを作成した。診断地点の位置は、圃場の区画を識別できる大縮尺地形図を用いて画像ファイルに保存される。この圃場図の利用により、土壌特性の面的な広がり の把握と作物生育との関係の解明を容易にした。

3) 土壌総合診断システムの性能を評価するため、これを野菜畑の土壌診断に適用した。この結果、下層土の物理性不良や全炭素、塩基類の不足、表層土のリン酸過剰の実態が明らかになった。また、処方箋作成の基礎となる既存の診断基準値については、一部の物理性やリン酸を除いてほぼ妥当であると考えられた。

### 4. 土壌総合診断システムの土壌管理対策への応用

1) 土壌総合診断システムを水田転作コムギの排水計画の作成に応用した結果、一筆圃場単位の土地条件図とともに、その集合状態に関する情報が不可欠であった。そこで、基本土壌データベースの他に、降雨後約1日経過した圃場地表面の排水状況を観察して現場で簡易に排水性を判定できる方法を提唱した。さらに、転作畑の排水対策基準を作成するため、土性、グライ層の有無などの定性的情報を数量化(I類)することによって診断に利用する道を拓いた。新たに得られた情報を基にした排水対策計画図の作成は、コムギ作付け前の土壌管理を行う上で極めて有効であった。

2) 土壌診断結果に基づく適正な土壌管理対策を明らかにするため、露地トマトを用いて現地試験を行った。この結果、細粒黄色土の生育不良圃場では80cmの深耕と有機物(6t/10a)の併用により土壌の総合的な改善が図られた。

3) サツキの生育に及ぼす窒素の形態の影響について検討した。生育はアンモニア態窒素の比率が高くなるほど良好となった。このことから、サツキにおける診断と処方箋の作成にあたっては、アンモニア態窒素を主体とした窒素肥料の施肥体系とし、pHの上昇を抑制する肥料の選択が必要であった。

本研究で開発された土壌総合診断および地域土壌情報システムは、試験研究機関および農業改良普及センター等の診断機関で既に利用されており、個々の圃場の診断および地域の農業生産計画作成を行う上で有効であった。

## 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 教 授 松 田 豊

学 位 論 文 題 名

### 農耕地における地域土壌情報システムと総合診断による 土壌管理法に関する研究

本論文は、図42、表83、写真3、引用文献162を含む総頁数170の和文論文であり、別に参考論文19編が添えられている。

近年、農業をとりまく情勢の変化に伴い、土壌管理の粗放化や過剰施肥によって農耕地土壌の悪化が懸念されている。農作物を安定して生産するためには、土壌環境を適正に保ち、生産力の維持・増進を図ることが必須であり、これを実現するためには地域の土壌情報システムと土壌の総合診断法を提示して、それらに基づく土壌管理法を明らかにすることが重要である。本研究はこの目的を達成するために、三重県に分布する土壌を研究対象として実施したものであり、その内容は次のように要約される。

#### 1. 土壌の生産力とその要因解析

水田土壌における水稻収量を15種の土壌統群別に明らかにした。その上で各種水田土壌の特性を主成分分析を用いて解析した結果、多くの土壌で作土の全炭素が不足していることを認めて、有機物の多投に重点をおいた管理法が必要であることを指摘した。さらに腐植質多湿黒ボク土では磷酸対策が、礫質黄色土では塩基対策が重要な改良対策であることを示した。次いで、水稻収量を支配する土壌の理化学的

要因を数量化Ⅱ類分析を用いて解析し、作土の厚さ、リン酸吸収係数、陽イオン交換容量、カルシウム飽和度等が重要な要因であることを明らかにした。

ダイズ収量を支配する要因についても同様な解析を行った結果、次層土の土性、圃場の排水性、表層土の固相率、pH、可給態窒素、および有効態リン酸が重要な要因であった。

## 2. 根の画像解析による作物の生育診断

根の表面積を簡易に測定するためにパーソナルコンピュータを用いて画像解析し、これを直接測定する方法を開発した。投影図からの根表面積の計算方法は、根を円柱と仮定すると円柱の投影面積は $2rh$  ( $r$ :半径、 $h$ :高さ)であり、その側面積は $2\pi rh$ となり、これを根の表面積 ( $A$ ) とした。標準試料を用いてこの方法の精度を検討した結果、直径 $100\mu\text{m}$ 程度の太さの根までその表面積を正確に測定することが可能であった。

この方法を用いて実験を行い、水稻の根表面積と葉面積との間には有意な直線関係があることを明らかにした。ハウレンソウを根箱で栽培し、アクリル板の観察面に現れた根を写真撮影して画像処理後に根表面積を測定した結果では、根の表面積は発芽後21日目から急速に増加し、4t/10a以上の有機物施与によって無施与区より有意に増加することを認めた。これらの結果から、上記の方法で根表面積を測定することによって根系発達の過程を数量的にモニタリングすることが可能になり、これを作物の生育診断のために利用することを可能にした。

## 3. 土壌総合診断システムと地域土壌情報システムの構築

土壌総合診断システムを構築するために、土壌の断面、物理性、化学性、根の情報および診断地点の圃場管理情報等のデータファイルを作成した。このシステムを用いて土壌診断を総合的に行い、栽培作物に対応した土壌管理法のための処方箋の作成を可能にした。別に、土壌総合診断のサブシステムとして圃場管理システムを作成した。この圃場管理システムの利用により土壌特性の面的な広がりへの把握ならびに土壌特性と作物生育との関係の理解を容易にした。さらに、これらのシステム

を合わせて市町村あるいは集落レベルでの土壌管理法の基本となる地域土壌情報システムを構築した。

#### 4. 土壌総合診断システムと地域土壌情報システムの土壌管理法への応用

土壌総合診断システムを水田転作コムギ栽培圃場における排水対策計画の作成、露地トマト栽培圃場における適正な土壌管理法、ならびにサツキ栽培圃場における土壌管理法に応用した結果、いずれの場合においても栽培作物に対応した適正な土壌管理法を提示する基本システムとして利用することが可能であった。

さらに、本研究で開発された土壌総合診断システムと地域土壌診断システムを、試験研究機関および農業改良普及センター等の土壌診断機関で利用した結果、個々の圃場の診断および地域の農業生産計画作成を行う上で有効であった。

以上のように、本研究は農耕地における作物ごとの土壌管理法の基本になる土壌総合診断システムと地域土壌情報システムを構築・提示しており、得られた知見は学術的にも高く評価されると同時に、実際の農業経営においても既に役立っているものである。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者安田典夫は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。