



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	有機物施用を主体とした栽培様式における土壌微生物群集構造と施肥対応の総合化に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	櫻井, 道彦
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7147号
Issue Date	2021-12-24
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/84405">https://hdl.handle.net/2115/84405</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Sakurai_michihiko_abstract.pdf, 論文内容の要旨



# 学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称： 博士（農学）

氏名 櫻井 道彦

## 学位論文題名

### 有機物施用を主体とした栽培様式における 土壤微生物群集構造と施肥対応の総合化に関する研究

養分供給源が有機物に限定される有機農業は、1995年からの20年間で全世界での栽培面積は約5倍に拡大している。我が国でも有機農業の取り組みは増加しているものの、国内の全耕地面積の0.5%程度に過ぎない。このことは、有機農業を推し進めていくには克服すべき課題があることを示唆しており、有機栽培に対応した施肥管理技術の確立が重要と考えられる。

本研究では有機物施用を主体とした栽培様式を対象として、1. 土壤における窒素およびリン循環の主要酵素であるプロテアーゼ、アルカリホスファターゼについて、有機物施用による酵素活性の変動を調査するとともに、その生成細菌の群集構造について解析手法の開発と併せて検討した。また、2. 有機栽培畑において窒素肥沃度の目安となる土壤窒素診断基準値と本道の主要な有機農産物であるカボチャ、スイートコーン、レタス、タマネギ、バレイショに適した窒素施肥量を検討することで、有機栽培畑の土壤診断に基づく窒素施肥対応の確立を試みた。さらに、3. 有機栽培畑への転換に際して効果的な緑肥活用法をモデル化するとともに、有機栽培畑における適正なリン酸施肥量を検討した上で、窒素、リン酸、カリの施肥量目標値と有機質肥料の施用量を簡易に設定できる施肥設計ツールを開発することを目的に研究を実施し、以下の結果を得た。

#### 1. 有機物施用による土壤微生物活性とその生成細菌群集構造との関係

##### 1) プロテアーゼ生成細菌群集の解析手法と栽培様式による変動

土壤における窒素循環の主要酵素であるプロテアーゼを対象に、有機物施用に伴う土壤中の酵素活性とその生成細菌の群集構造に与える影響について調査した。その結果、化学肥料を施用した場合と比べて有機物施用によりプロテアーゼ活性は上昇した。プロテアーゼ生成細菌の特異的検出法として、アルカリ金属プロテアーゼと中性金属プロテアーゼを対象としたDGGE解析手法を開発した。アルカリ金属プロテアーゼの生成細菌は主に *Pseudomonas fluorescens*、中性金属プロテアーゼの生成細菌は主に *Bacillus megaterium* に近縁であった。アルカリ金属プロテアーゼや中性金属プロテアーゼにおける生成細菌の群集構造をDGGEプロファイルに基づく主成分分析により解析した結果、有機物施用と化学肥料施用の間で有意に異なった。また、プロテアーゼ活性を目的変数、主成分分析の第一主成分と第二主成分を説明変数とした重回帰モデルは両生成細菌ともに有意であった。

##### 2) アルカリホスファターゼ生成細菌群集の解析手法と栽培様式による変動

土壤におけるリン循環の主要酵素であるアルカリホスファターゼを対象に、有機物施用に伴う土壤中の酵素活性とその生成細菌の群集構造に与える影響について調査した。その結果、化学肥料を施用した場合と比べて有機物施用によりアルカリホスファターゼ活性は上昇した。DGGE法によりアルカリホスファターゼ生成細菌の解析手法を開発した。アルカリホスファターゼ生成細菌は主に *Mesorhizobium loti* や *Pseudomonas fluorescens* に近縁であった。アルカリホスファターゼ生成細菌の群集構造をDGGEプロファイルに基づく主成分分析により解析すると、施肥処理や土壤採取部位によって有意に変化した。また、アルカリホスファターゼ活性を目的変数、主成分分析の第一主成分と第二主成分を説明変数とした重回帰モデルは有意であった。

## 2. 有機栽培畑の土壌診断に基づく窒素施肥対応

### 1) 有機物施用を主体とした栽培様式に適した有機質資材の選定

有機物施用を主体とした栽培様式で用いられることの多い鶏ふん堆肥は、その窒素含有量が多いほど窒素無機化が速やかに進行し、特別栽培バレイショの収量確保には現物当たりの窒素含有量  $40 \text{ g kg}^{-1}$  以上の鶏ふん堆肥を施用することが有効であった。

### 2) 土壌窒素診断基準値とカボチャ、スイートコーン、レタスの窒素施肥対応

有機栽培露地野菜畑の土壌窒素診断基準値と土壌診断に基づく窒素施肥対応の設定を目的に、なたね油かすおよび魚かすを用いた窒素用量試験を実施した。その結果、土壌窒素診断基準値は慣行栽培の基準よりも熱水抽出性窒素で  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  高い  $50\sim 70 \text{ mg kg}^{-1}$  が適当で、有機栽培が慣行栽培よりも土壌の窒素肥沃度に依存する農法であることが示唆された。また、カボチャ、スイートコーン、レタスについて窒素肥沃度 3 水準（土壌窒素診断基準値未満、基準値内、基準値以上）における窒素施肥量は慣行栽培の基準を適用可能であった。

### 3) タマネギ、バレイショの窒素施肥対応

タマネギでは窒素施肥量の  $\frac{2}{3}$  を定植する前年秋に、残りの  $\frac{1}{3}$  を定植する当年の春にそれぞれ施肥する春分施によって、前年秋に窒素施肥量の全量を施肥する慣行法に比べ  $2$  割強増収したものの、十分な収量性の確保が課題として残された。バレイショについて想定収量  $26 \text{ Mg ha}^{-1}$  を前提とした窒素施肥量として、土壌窒素診断基準値基準値未満では  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ 、基準値内では  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ 、基準値以上では  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  が適当であった。

### 4) 春全量施肥を前提としたタマネギの窒素施肥対応

窒素施肥量の全量を定植する当年春に施肥する春全量施肥を採用することで春分施よりも有意に増収し、目標収量である  $44 \text{ Mg ha}^{-1}$  に到達した。土壌窒素診断基準値における窒素施肥量として  $140 \text{ kg ha}^{-1}$  が適正で、窒素肥沃度の高低により窒素施肥量を  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  増減させる窒素施肥対応を構築した。

## 3. 有機栽培畑における地力の醸成と施肥対応の総合化

### 1) 窒素収支に基づく有機栽培畑の堆肥施用上限量

堆肥施用量は余剰窒素の目安となる超過窒素量との間で有意な正の相関関係が認められ、超過窒素量がゼロ以下となる堆肥施用量は概ね  $30 \text{ Mg ha}^{-1}$  であり、この値を有機栽培畑における堆肥施用上限量として設定した。

### 2) 有機栽培畑への転換を前提とした緑肥導入モデル

有機栽培では播種または植付けの時点から遡り 2 年以上、化学肥料や化学合成農薬を使用しない転換期間も設ける必要がある。この期間にヘアリーベッチまたはアカクロバを栽培することにより、有機栽培畑として望ましい窒素肥沃度である土壌窒素診断基準値への到達が可能で、これらの栽培法を有機栽培畑への転換を前提とした緑肥導入モデルとしてとりまとめた。

### 3) 有機栽培畑におけるリン酸施肥対応

リン酸供給源として動物質や植物質に関係なく、慣行栽培と同等のリン酸施肥量以上では生育初期の乾物重や収量に有意差は認められなかったことから、有機栽培畑におけるリン酸施肥対応としては慣行栽培のリン酸施肥量を準用することが適当であった。

### 4) 施肥対応の総合化

有機質資材は 1 成分のみを含む単肥ではなく、2 成分以上含む複合肥料に相当するため、窒素、リン酸、カリの施肥量を調整することは難しい。そこで、これまでの試験結果から導き出された有機栽培に適した施肥量を基本に、土壌分析値や堆肥の施用、緑肥等のすき込みによる減肥調整を反映した施肥量目標値を算出した上で、その目標値に合致するよう有機質肥料の施用量を設定できる施肥設計ツール「TORVE（トルベ）」を開発した。