



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Research on methods for soil quality assessment in arable soils in the Tokachi region, Hokkaido, Japan [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	吉村, 元博
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16274号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95005
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	YOSHIMURA_Motohiro_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 吉 村 元 博

学 位 論 文 題 名

Research on methods for soil quality assessment in arable soils in the Tokachi region,
Hokkaido, Japan

（北海道十勝地域の耕地土壌における土壌質の評価手法の研究）

土壌質とは特定の土地利用の中で土壌の劣化を抑えながら土壌の機能を維持する能力と定義されている。土壌質は物理性や化学性など様々な項目から成り立ち、目的とする機能に応じた評価法が検討されてきた。土壌質はあくまで概念であるが、土壌理化学性の各項目の良否をスコア化して統合することで圃場の総合評価値である土壌質指標（SQI）が得られてきた。ここで得たスコアと SQI を用いて土壌診断を高度化できると考えられた。しかし国内の生産者圃場で SQI と収量の関係は調べられていなかった。そこで本研究では生産者圃場の収量と土壌の関係を調べるため、土壌質が目的とする機能は最小の資材投入による作物生産性発揮とした。そして本研究の目的は北海道の生産者圃場を対象に、土壌質の定量的理解に資する知見を整理し、SQI による土壌管理の判断支援の定量的な根拠および課題を示すこととした。また、土壌質と類似する概念として土壌健全性がある。これは特定の土地利用に限らず陸域生態系全体を対象に、生物多様性を含む土壌機能が持続的に関する能力とされる。そのため土壌健全性は土壌質の上位概念といえる。これを評価し増進することが持続的な土壌管理に重要であるが、そもそも土壌健全性の定義や評価手法については様々提案されてきているが統一的な結論は得られていなかった。土壌質は耕地土壌の生産性の機能を主な評価対象としているが、土壌健全性の評価手法開発に向けて、本研究は耕地土壌に限らない土壌機能である炭素貯留状態の診断手法の開発を試みた。このとき長期的に土壌に貯留される画分として鉱物結合性炭素（MOC）に着目した。MOC は土壌中の鉱物画分の性質、表面積に応じた貯留の上限量があるとされ、上限に対する空き容量が大きい場合に投入された炭素を効率的に貯留すると考えられてきた。MOC の貯留状態を診断し、貯留の余力が大きい土壌への有機物投入が効率的な炭素利用に貢献すると考えた。

本研究は 0-30 cm 深度の SQI と収量の関係を解析した第 4 章と、表層土の厚みおよび 0-30、30-60 cm の土壌を考慮した SQI と収量の関係を解析した第 5 章と、第 5 章の土壌について炭素の貯留状態を既往の文献の関係式から推定し SQI との関連を検討した第 6 章からなる。

第 4 章. コムギ圃場表層の土壌質指標による作物生産性の評価

第 4 章では 2017-2019 年のコムギ収量と SQI の関係を十勝地域の生産者圃場のべ 61 か所で調べた。土壌理化学性の中で特に圃場間の変動を代表する項目を主成分分析によって選択し最小データセット（MDS）を作成し、圃場間変動が大きい項目ほど大きい重み付け値を設定した。MDS の項目を土壌診断基準値から外れるほど減点するようスコアを与え、重み付け値とスコアをかけた重み付けスコアを合計して SQI を求めた。その結果、MDS には重み付け値が大きい順に交換性カルシウム含量、固相率、交換性カリウム含量、粗孔隙、熱水可溶性ホウ素含量が選ばれた。主なスコアの減点は交換性カルシウム含量の欠乏と、交換性カリウム含量の過剰と粗孔隙率の不足に起因した。SQI と収量の関係には、日射が少なく降水が多く作況が不良であった 2018 年のみ有意な正の相関が見られた。これらのことから物理性と化学性の両方のデータ収集が重要であることおよび土壌理化学性の改善は作況不良年の減収を回避する効果があることが示された。ただし、0-30 cm 深度の土壌しか評価しておらず、圃場ごとに異なる植物根が利用できる表層土の厚みを考慮できておらず、30 cm よりも深い部分の土壌を考慮することでより頑強な SQI が開発できると考えられた。

第5章. バレイショ・コムギ圃場の表層土の厚みを考慮した土壌質指標の検討

第5章では表層土の厚みを考慮し、これが薄いほど減点するよう SQI を補正する土層補正 SQI と収量の関係を検討した。表層土の厚みは地表面から土壌貫入硬度が 10 cm 以上連続で 1.5 MPa 以上になった部分の上端までとした。対象圃場は十勝地域幕別町の生産者の 2020-2022 年収穫のバレイショ圃場と 2021-2023 年収穫のコムギ圃場のべ 105 か所とし、SQI と収量との関係を調べた。SQI は第5章で得たデータについて、第4章と同じ手順で求めた。その結果、MDS には重み付け値が大きい順に交換性カルシウム含量、固相率、酸可溶性銅含量が選ばれた。主なスコアの減点は交換性カルシウムと酸可溶性銅の欠乏に起因していた。土層補正 SQI と収量の関係を調べたところ、日射と降水量が少なく作況が不良であった 2020 年のバレイショのみ収量と有意な正の相関が見られた。また、2020 年のバレイショは 0-30 cm の SQI および 0-30 cm, 30-60 cm の SQI の平均値は収量との相関が有意ではなかった。これらより、第4章と同様に物理性と化学性の両方のデータ収集が重要であることが示された。また、30-60 cm の SQI をだけではなく、さらに表層土の厚みの考慮が作況不良年の収量レベルの説明に重要であることが示された。

第6章. 長期的な土壌炭素貯留能力に対する土壌理化学性スコアや土壌質指標の関連の試算

第6章では第5章の土壌について海外の既往文献で示された全炭素中の MOC の割合および粘土シルト含量と MOC 貯留最大量 (MOC_{max}) の関係式を適用し、炭素飽和度 (C_{sat}) を MOC_{max} 中の MOC 現存量の割合として求めた。そして C_{sat} と SQI の関係を調べた。その結果、 C_{sat} と SQI に相関関係は見られず、 C_{sat} と土壌理化学性スコアに相関が見られた場合も相関係数は小さく影響は小さかった。ただし、黒ボク土の粘土シルト含量を求める際の操作で土壌の分散が不十分である懸念があり、 C_{sat} を過大評価した可能性がある。 C_{sat} は全土壌タイプおよび 2 深度の平均で 31.0% とされており、耕地土壌における既往研究の結果よりも多少低くなっていた。今後は MOC の実測および粘土シルト含量 (MOC_{max}) の測定法を改良することで実際の炭素貯留状態を把握することが求められる。 C_{sat} の推定の段階ではあるが SQI と相関がなかったことから、土壌理化学性の改善状況と炭素貯留状態はお互いに独立しており、SQI と C_{sat} を指標に把握可能であることが示された。

第7章. 総合考察

第4章と第5章の両方で交換性カルシウムの欠乏が SQI 低下に最も影響していた。カルシウムは細胞壁の構成元素であり、環境ストレス応答にも関連する成分であるが、バレイショそうか病を予防するために土壌 pH を低く維持するために石灰資材の施用が控えられるために欠乏が多く見られたと考えられた。中性資材を用いたカルシウムの補給が SQI の改良に有効であると考えられた。またいずれの章でも SQI 向上は悪天候年の減収回避に貢献しており、気候変動に適応して安定生産を行うために SQI を用いた土壌診断は有効であると考えられた。第6章で SQI と C_{sat} は独立していたことから、それぞれの指標を使った診断および改良によって気候変動適応と緩和を両立した管理が可能になると考えられた。しかし引き続き MOC の実測値を用いた検討および、異なる管理法による SQI や C_{sat} への影響を調べる必要があると考えられた。