

大区画泥炭圃場の不同沈下要因の解明に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令3

担当チーム：資源保全チーム

研究担当者：長竹新、松田俊之、
中山博敬、清水真理子
奥田涼太

【要旨】

大区画圃場で沈下量や泥炭性状の調査を行う場合、圃場内のどこを調査地点にすべきか悩む場面がある。本研究では一筆の大区画圃場において0~90 cm深までを対象に貫入抵抗の計測(84地点)、泥炭の含水比と強熱減量の分析(14地点)を行った。その結果、大区画化前の圃場区画によって貫入抵抗と泥炭性状の深度分布が異なること、同一区画内においても貫入抵抗にムラがあることが分かった。また、盛土(鉍質土混じりの泥炭土)か非攪乱の泥炭土かを区別することで、貫入抵抗と含水比、貫入抵抗と強熱減量それぞれに負の相関が見られた。圃場の整備履歴と貫入抵抗を組み合わせることで、圃場内での泥炭性状の代表値やバラツキを考慮した調査地点の選定をしやすくなる可能性が示唆された。

キーワード：泥炭農地、大区画圃場、泥炭性状のバラツキ、不同沈下

1. はじめに

北海道の水田地帯では、食料生産の体質強化に向け、担い手への農地集積と圃場の大区画化・汎用化が推進されている。北海道の主要な水田地帯である石狩川流域は日本最大の泥炭分布地域でもある。泥炭地域の農地では地下水位の低下がきっかけとなり圃場の沈下が生じやすい。一筆圃場内において沈下量が面的にばらつく(不同沈下する)ことで田面に標高差が発生すると、水田利用する際は湛水深の均一な管理が難しくなったり、畑利用する際は圃場表面の乾湿ムラが生じたりという営農上の問題が生じる。不同沈下の抑制方法や不同沈下に適応した営農管理の構築のためには、不同沈下の要因解明が必要である。

圃場内で不同沈下が生じる要因として、地点によって泥炭の性状や、圧縮や圧密、収縮、分解のされやすさが異なることが影響していると考えられる。泥炭の圧縮や圧密のされやすさは過去の排水履歴¹⁾や攪乱の履歴²⁾等によって異なる。そのため、土地利用履歴や切土や盛土の履歴が異なる小区画の圃場が1つの圃場にまとめられた大区画圃場では不同沈下が生じやすいと予想される。しかし、大区画化された圃場における泥炭性状のバラツキと不同沈下との関係について報告した例はまだない。

不同沈下の要因解明のために圃場内での沈下量や泥炭性状のバラツキを評価するとき、圃場内のどこで調査すべきかが課題となる。大区画化された圃場であれば、一筆圃場内における大区画化前の小さな圃場の配置と、それら圃場の過去の土地利用履歴や切土や盛土の履歴などが調査地点選定の1つの判断材料となるだろう。しかし、実際に現場調査を行うと、大区画化前の小さな圃場区画内であっても異なる土壌断面に出くわし、調査地点に選んだ場所が周辺地点をどの程度代表するのか悩むことがある。適切な調査地点の設定のためには、事前に調査地点周

辺の土壌性状のバラツキや選定する調査地点の位置づけを把握できる簡易な方法が望まれる。

重量含水比や強熱減量は泥炭性状を知る上で基本的かつ分析の簡単な項目である。それでも多地点・多深度のサンプルを処理するとなると労力と時間がかかる。そこで、圃場内における泥炭の重量含水比や強熱減量のバラツキを把握するため、土壌貫入抵抗の多地点調査の応用を考えた。貫入式硬度計(コーンペネトロメーター)は、ロッド長が90 cmのものであれば1地点あたりの測定時間は2分程度である。このロッド長の装置は、90 cm以深のデータを得ることはできないが、人為的な影響を強く受けると考えられる比較的浅い層について短時間で多地点を調査するのに向いている。例えば、鉍質土の大区画圃場において、貫入抵抗の圃場内分布から湿害・干ばつハザードマップを作成する取り組みがある³⁾。

本研究では、区画整理時に切土盛土が行われた泥炭地の大区画水田において、貫入抵抗の圃場内分布から盛土と泥炭土の重量含水比と強熱減量の圃場内におけるバラツキの把握につながるかを検討した。

2. 調査地と方法

2.1 調査地と圃場の概要

調査は北海道美唄市に位置する一筆の水田(長辺方向170 m、短辺方向45 m)で行った。調査圃場は2020年に国営緊急農地再編整備事業により区画整理され、2021年には飼料用米が栽培された。調査は2021年11月18日と19日に行った。

調査圃場は過去の土地利用と区画整理の際の切土・盛土の違いによってA~Dの4区に分けられる(図-1)。このうち、A~Cの3区を横切るように調査測線(P-P'測線)を設定した。切土盛土量からP-P'測線上では図-2(a)のような土層構成が予想された。A~C区の各中央付近で行った断面調査では、予想と概ね

同様な土層構成であることが確認された(図-2(b))。なお、本調査圃場の盛土は、C区付近から切土された基盤泥炭土であり、泥炭土に鈳質土が混じったものである。

2. 2 調査方法

まず、貫入式硬度計(デジタル式貫入土壌硬度計、DIK-5532、大起理化工業)を用い、圃場面から90cm深までの貫入抵抗をP-P'測線上で2m間隔で測定した。用いた貫入式硬度計のコーン先端角は30°であり、1cm sec⁻¹の速さで挿入した。測定地点数は、A、B、C区でそれぞれ35、34、12地点と、B区とC区の間の耕作道跡3地点の計84点である。なお、耕作

道跡の40cm以深は砂利混じりで固く締め固められており、40cm以深の貫入抵抗を測定できなかった。

次に、A、B、C各区において貫入抵抗が低い値の地点、中央値付近の地点、高い値の地点が含まれるように、A、B区で5地点、C区で4地点選出し(図-3(a))、貫入式硬度計を挿したすぐ横の圃場面から100cm深程度までの土壌試料を採取した。土壌試料採取には直径4cm、刃長50cmの半円筒オーガーを用いた。オーガー内の試料断面から層位を判定し、層別に土壌試料を回収した。回収した試料は重量含水比と強熱減量の分析に供した。

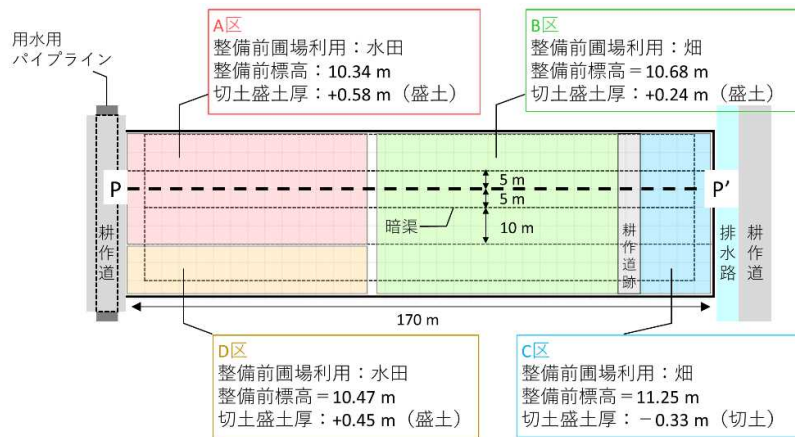


図-1 調査圃場の平面模式図

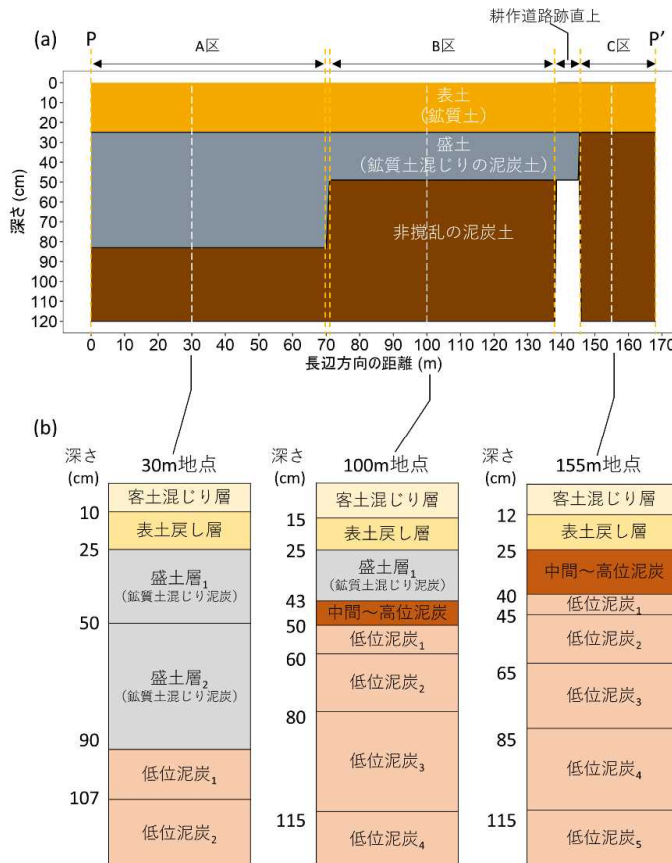


図-2 (a) P-P' 測線上で想定される土層構成断面図と (b) 実際に観察された土層構成断面図

3. 結果と考察

3. 1 貫入抵抗

貫入抵抗の深度分布は、A、B、C 区のいずれでも 20~30 cm 深で値が高い (図-3)。これは、耕盤層をとらえたものである。ただし、本研究での関心は泥炭層および盛土層にあるので、これ以降では泥炭層もしくは盛土層が出現する概ね 25 cm 以深の結果について述べる。A、B、C 区の貫入抵抗の中央値と四分位範囲を比較すると、同じ深度における貫入抵抗は A 区と C 区が同程度であり、B 区が A、C 区よりも高かった (図-3(b))。ただし、貫入抵抗の最大最小範囲は全区で互いに重なった。

P-P'断面での貫入抵抗分布を図-4に示す。A 区と C 区は B 区よりも貫入抵抗分布は比較的均一であり、500~1000 kPa が大部分を占めた。ただし、A 区では圃場端から 10 m までの範囲と、80~90 cm 深の範囲で貫入抵抗が高くなる傾向だった。一方、B 区では全体に広がる 1000~1500 kPa の分布域とそれよりも高い値 (1500~2000 kPa) の分布域、低い値 (500~1000 kPa) の分布域に分かれた。B 区で貫入抵抗が高いのは長辺方向 80~100 m で 50 cm 以深の範囲であり、貫入抵抗が低いのは、長辺方向が 110~140 m の範囲だった。

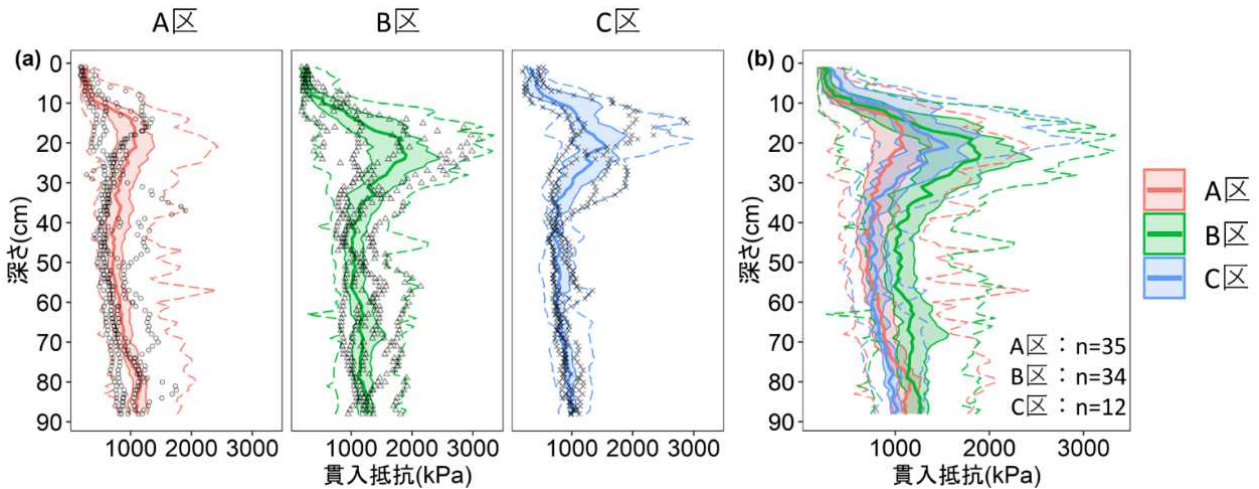


図-3 (a) 土壤試料採取地点と各区全体との貫入抵抗の比較、(b) 貫入抵抗の区間比較

図中の太い実線は中央値、網掛け部分は四分位範囲、破線は最大最小範囲、黒色のマーカーは土壤試料採取地点の値をそれぞれ示す。

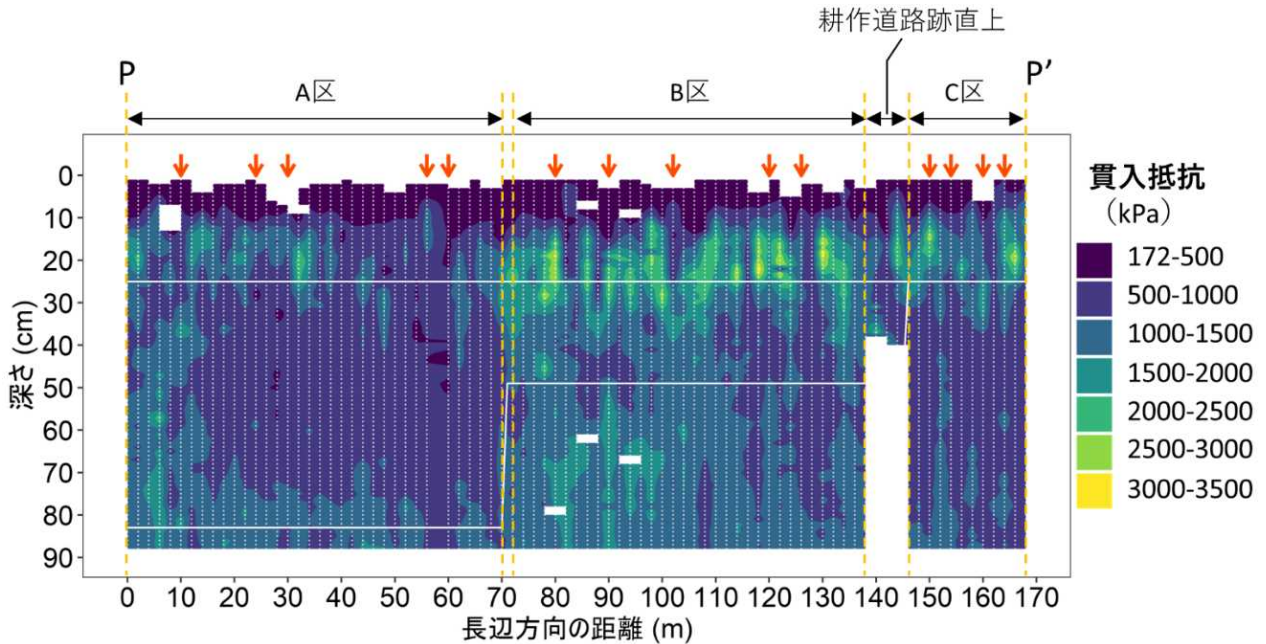


図-4 P-P' 断面での貫入抵抗分布

図中の縦方向の白色点線は貫入抵抗測定地点を、赤矢印は土壤試料採取地点を、横方向の白色実線は図-2(a)で想定される表土、盛土、非攪乱泥炭土層の境界をそれぞれ示す。白色の欠損箇所は、使用した貫入硬度計の測定限界以下 (< 172 kPa) だった点と、区画整理前の耕作道跡である。

3. 2 土壌性状

重量含水比と強熱減量の深度分布を図-5に示す。泥炭層もしくは盛土層が出現する概ね25 cm以深では、重量含水比と強熱減量のどちらもC区がA区よりも値が大きかった。また、B区の重量含水比と強熱減量は30~50 cm深程度の盛土層部分ではA区の値に近く、それ以深の非攪乱の泥炭土層部分ではC区の値と近かった。

3. 3 貫入抵抗と土壌性状の関係

土壌試料を採取した地点の貫入抵抗を層位ごとに平均し、土壌性状と比較した。採取したデータ全体では貫入抵抗と重量含水比、強熱減量との関係は見られなかった。これは、A区(盛土)とC区(非攪乱の泥炭土)のように同じ貫入抵抗でも重量含水比や強熱減量が異なるためである。そこで、盛土か非攪乱の泥炭土かの情報を加え共分散分析をした結果、貫入抵抗と重量含水比、強熱減量との1次回帰式のy切片は、盛土か非攪乱の泥炭土かによって有意に異なり(p < 0.001)、それぞれ貫入抵抗と負の関係式が得られた(図-6)。このことは、調査圃場における盛土部分と非攪乱の泥炭土の深度分布を把握していれば、貫入抵抗から圃場内における重量含水比や強熱減量の大小をある程度把握できることを示唆している。ただし、今回得られた非攪乱の泥炭土に対しての回帰式の予測精度は低い。現状では、貫入抵抗を圃場内における

調査地点選定の参考とすることはできるが、貫入抵抗から圃場内の重量含水比や強熱減量の分布を精度よく推定することは難しく、推定方法の改良・検討の余地がある。

4. まとめ

泥炭地の大区画水田における貫入抵抗の多地点調査の結果、大区画化前の圃場区画によって貫入抵抗と泥炭性状の深度分布が異なるほか、同一区画内においても貫入抵抗ムラがあることが分かった。また、盛土(鈳質土混じりの泥炭土)か非攪乱の泥炭土かを区別することで、貫入抵抗と重量含水比、強熱減量と負の関係が見られ、貫入抵抗から盛土や非攪乱の泥炭土の重量含水比や強熱減量の大小をある程度把握できる可能性が示された。

今回、84地点の貫入抵抗調査に要した時間は3時間程度である。また、今回使用したデジタル式の貫入式硬度計であれば、あらかじめデータ集計と作図用の仕組みを組むことにより、調査現場においてデータ吸い上げからデータの図示まで数分で行うことが可能となる。以上の工程は、断面調査やオーガー、ピートサンプラーによる土壌試料採取と試料分析に比べると、要する労力・時間は圧倒的に少なくすむ。現段階では、貫入抵抗から圃場内における重量含水比や強熱減量を予測する精度が低いこと、圃場内ムラの把握に

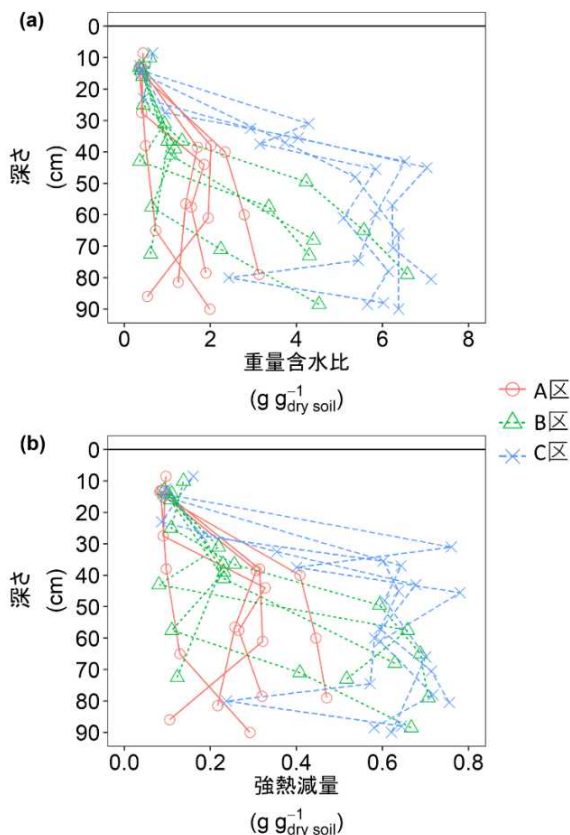


図-5 (a)重量含水比と(b)強熱減量の深度分布
 マーカーの深さ方向の位置は、各試料が分布する深さ範囲の中心である。

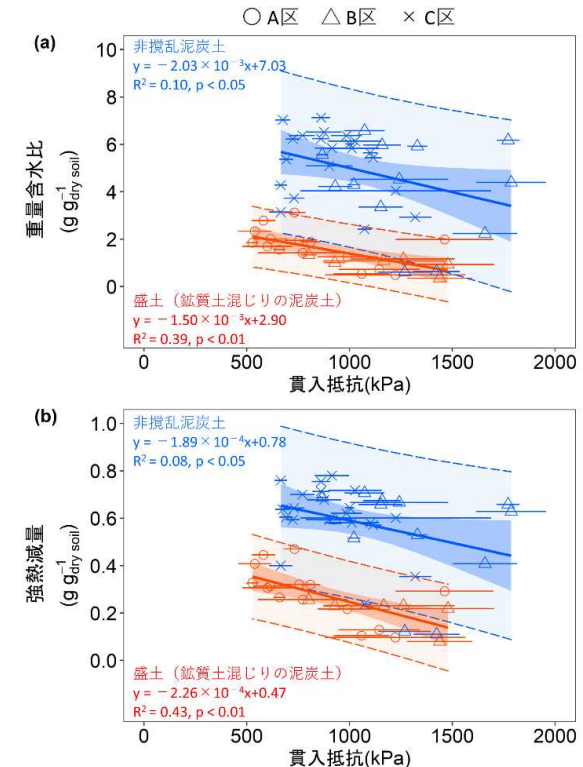


図-6 貫入抵抗と(a)重量含水比、(b)強熱減量との関係
 貫入抵抗の値は、比較対象となる層位ごとの平均値と標準偏差(エラーバー)で表す。太い実線は回帰直線を、網掛け部分は95%信頼区間を、破線は95%予測区間をそれぞれ示す。

必要な調査地点数が不明なことなど、検討すべき課題は残っている。しかし、予備調査として、調査対象圃場の圃場履歴とともに圃場内での貫入抵抗分布の調査は、圃場内での泥炭性状の代表値やバラツキを考慮した調査地点の選定やデータ取得に役立つと期待される。

謝辞：本研究の実施にあたり、美唄市の関係農家には調査圃場を提供いただいた。美唄市土地改良センターには調査圃場の選定と調整にご協力いただいた。国土交通省北海道開発局札幌開発建設部岩見沢農業事務

所に施工情報を提供いただいた。以上の関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 梅田安治・平岡秀展：泥炭の乾燥履歴と圧密特性について、土質工学会北海道支部技術報告集, 20, pp.37-44, 1980.
- 2) 小野寺康浩・小野学：農耕地泥炭の表層部の圧縮性について、寒地土木研究所月報, No.614, pp.45-49, 2004
- 3) 農研機構：下層土の物理性診断（貫入硬度の解析）、圃場オンサイト計測による簡易な土壌物理性診断の標準作業手順書, pp.17-28, 2021.

STUDY ON A SPATIAL VARIATION OF SUBSIDENCE IN LARGE-SCALE FARMING FIELDS ON PEATLAND

Research Period : FY2021

Research Team : Rural Resource Conservation Research Team

Author : NAGATAKE Arata

MATSUDA Toshiyuki

NAKAYAMA Hiroyuki

SHIMIZU Mariko

OKUDA Ryota

Abstract: Selecting the survey point which is represented in a large-scale field is difficult. In this study, we measured vertical penetration resistance at 84 points and analyzed water content and ignition loss of peat at 14 points in a large plot field. Vertical variation of the penetration resistance and the peat properties differed depending on the former small field section. Penetration resistance was spatially varied even within the same section. A negative correlation was found between penetration resistance and water content ratio, and ignition loss by distinguishing between undisturbed peat soil and a mixture of peat and mineral soil. It was suggested that by combining penetration resistance and the information on field management history, it could be easier to select the survey points in consideration of the representative values and variations of the peat properties in the field.

Key words: agricultural peatland, large-scale field, spatial variation of peat property, spatial variation of field subsidence