

大区画圃場整備の施工1年後の表土の土壤物理性

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム

○中谷 壮範
國島 隼人
横濱 充宏

旭川市近郊の大区画整備圃場において、施工直後から施工1年経過後にかけての表土の土壤物理性の変化を調査した。施工直後には表土上部（0～15cm）はやや堅密化していたが、営農開始に伴う耕起・砕土作業により膨軟化し、施工1年後の固相率は水田作土の土壤診断基準を満たしていた。表土下部（15～30cm）は水田土壌において堅密化する鋤床層に相当する部位である。このため、固相率は施工直後と施工1年後で差がなかった。

キーワード：大区画圃場、土壤物理性

1. はじめに

北海道の水田地帯では、農家戸数の減少に伴い1戸当たりの経営面積が拡大し、農家の労力負担の増大を招いている。また、肥料や飼料などの農業生産資材及び光熱費の価格が上昇し、農業経営を圧迫している¹⁾。このような農業経営における労力や経費の増大に対処すべく、農作業の効率化や省力化を可能にする圃場の大区画化が進められている。

大区画化の施工現場では、施工機械による走行、高水分時の繰り返しにより、表土の物理性が悪化する恐れがある。資源保全チームでは、過年度に美唄市近郊の大区画圃場（土壌分類：灰色低地土、土性：軽埴土）において、表土の施工時の土壤水分と施工後の物理性との関係を調査し、施工前と比較して表土の固相率が増大し、飽和透水係数が低下するなど物理性の悪化を確認した。このような表土の物理性の悪化は、施工時（表土はぎ、戻し）の水分状態と関係があること、物理性の悪化を抑制できる表土の水分状態は、土性によって異なることを明らかにした^{2, 3)}。また、施工翌年の営農後（施工1年後）に行った調査では、表土の物理性が施工前の状態まで戻っていなかった²⁾。すなわち、施工時に土壤物理性を悪化させてしまうと、短期間での営農による土壤物理性の改善は期待できない。小麦・大豆の生産拡大のための大区画圃場の田畑輪換利用が求められる中で、大区画整備工事において、表土の良好な土壤物理性の確保が重要となる。

上述の通り、施工による土壤物理性の悪化を抑制できる水分状態は土性によって異なるため、2022年度は、

土性が壤土⁵⁾の旭川市近郊の大区画整備圃場において、表土の施工時の土壤水分と施工後の土壤物理性との関係を調査し、施工時の土壤水分が粗孔隙率および飽和透水係数に影響することを確認した⁵⁾。

本報では、表土が壤土の大区画整備圃場での営農が土壤物理性改善に効果があるかを検討するため、施工1年後の調査結果から、表土の物理性変化について考察する。

2. 方法

(1) 調査圃場の概要

A圃場は2022年の区画整備工事により数筆の小区画であったものが、2.2ha程度の1筆の大区画になっている。表土は約25～33cm厚さの鈹質土である。平均表土厚さは28cmであった。2023年は水稻の移植栽培が行われ（写真-1）、9月中旬に水稻の収穫、10月上旬にロータリーによる表土の秋起こしが行われた。調査時期はロータリーによる表土の秋起こし後の10月下旬である。



写真-1 大区画化されたA圃場（R5水稻作付け状況）

(2) 調査内容

土壌調査は、2022 年度と同様、8 地点で表土上部（以下、表土（0～15cm））と同下部（以下、表土（15～30cm））から 100ml 採土管により 3 反復で非攪乱土壌試料を採取し、表-1 に示す土壌分析を行った。また、表土（0～15cm）および表土（15～30cm）において、山中式硬度計により、5 反復で土壌硬度を測定した。

表-1 土壌分析項目

分析項目	分析手法
含水比	通風乾燥法
容積重	通風乾燥法
三相比	実容積測定装置法
飽和透水係数	変水位法
pF 試験	砂柱法および遠心法

(3) 統計処理

A 圃場の表土（0～15cm）と表土（15～30cm）の施工直後と施工 1 年経過後の各分析値について、有意差の検定を行った。有意差検定は、t 検定によって、危険率 5%で行った。

係数のいずれの項目も改善しており、ロータリー耕による土壌の膨軟化の効果が発揮されたものと考えられる。ただし、今回の調査地点は施工時の土壌水分が比較的乾燥した状態で土工を行っており、施工時の土壌の練り返しなどが起きにくい条件であった。なお、表土（15～30cm）についてはロータリーでは耕されないため、営農前後の変化は小さい。今後も同地域での調査は継続する予定であり、異なる土壌水分状態での施工の影響を検討したい。

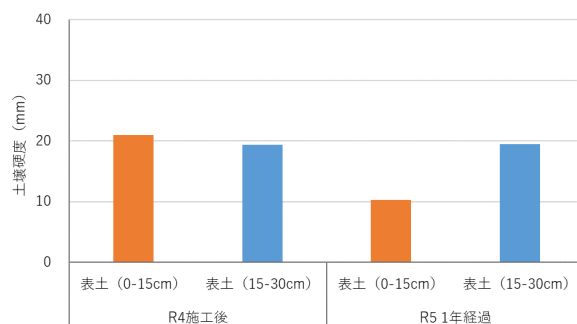


図-1 R4 施工後と R5_1 年経過の土壌硬度

3. 結果と考察

(1) 営農に伴う土壌物理性の変化

各図（図-1～4）に示しているのは調査地点 8 地点の平均値である。図-1 に R4 施工後と R5_1 年経過の土壌硬度を、図-2 に固相率を示す。

土壌硬度は土壌の緻密度の指標で、固相率は一定体積当たりの乾燥した固形物の割合であり、土壌が締固められると土壌硬度および固相率は増大しやすい。

表土（0～15cm）の土壌硬度および固相率は R4 施工後と比較して R5_1 年経過では有意に低下したが、表土（15～30cm）では差がなかった。

図-3 に R4 施工後と R5_1 年経過の粗孔隙率を、図-4 に飽和透水係数を示す。粗孔隙率とは pF1.5 の水分状態の大きな孔隙の容積率を示し、飽和透水係数は、水の通りやすさを示す。両者とも土壌排水性の指標であり、数値が大きいほど透水性が良い。

表土（0～15cm）の粗孔隙率と飽和透水係数は R4 施工後と比較して R5_1 年経過では有意に増加した。これに対して、表土（15～30cm）の粗孔隙率に統計上の有意差は認められなかった。また、飽和透水係数は平均値に増加が見られたが、調査地点ごとのバラツキが大きく、統計上の有意差は認められなかった。

以上のことから、表土（0～15cm）は営農に伴い施工後 1 年経過では土壌硬度、固相率、粗孔隙率、飽和透水

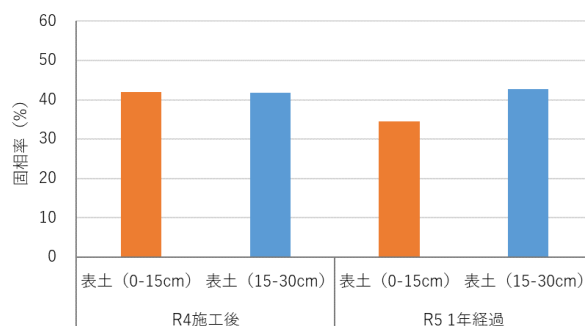


図-2 R4 施工後と R5_1 年経過の固相率

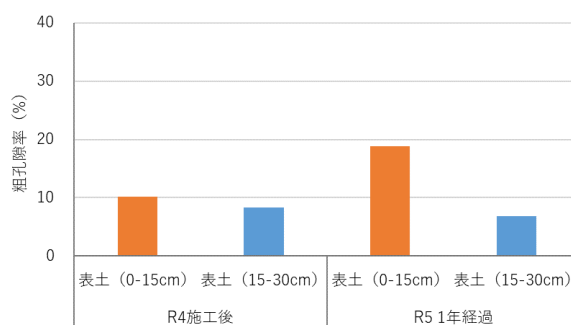


図-3 R4 施工後と R5_1 年経過の粗孔隙率

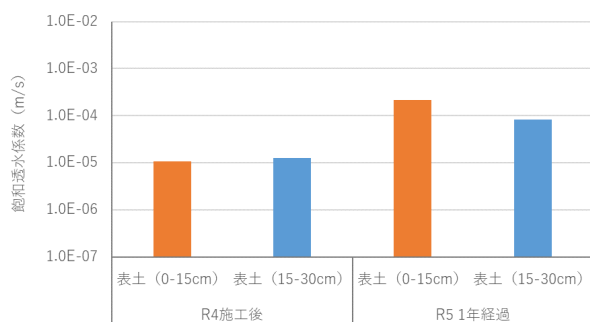


図-4 R4 施工後と R5_1 年経過の飽和透水係数

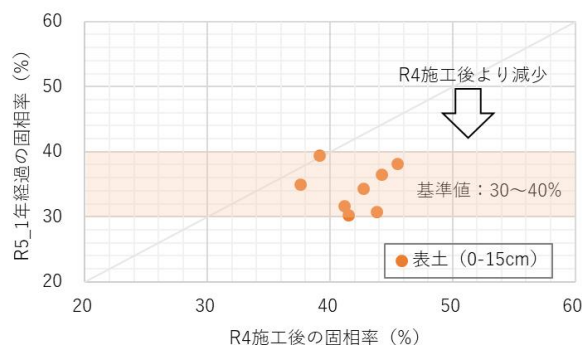


図-5 R4 施工後と R5_1 年経過の固相率

(2) 土壌診断基準を用いた評価

北海道施肥ガイド 2020⁴⁾には作物ごとの土壌診断基準が掲載されている。水田土壌では、作土の深さは 15cm～20cm で、作土の固相率、飽和透水係数の診断基準値が示されている。

ここでは、表土 (0～15cm) の各調査地点について、土壌診断基準を用いた評価を行う。なお、営農前後での変化がわかるように、x 軸を R4 施工後の値、y 軸を R5_1 年経過の値とした図を作成した。両図ともに施工前後で物理性に変化がなければ、 $y=x$ 線上にプロットされる。固相率の基準値は 30～40% であり、飽和透水係数は $1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ である⁴⁾。

R5_1 年経過の表土 (0～15cm) の固相率は R4 施工後よりも減少し、すべての調査地点で基準値を満たしていた (図-5)。

表土 (0～15 cm) の飽和透水係数は、R4 施工後よりもすべての調査地点で増加し、その内 6 カ所で基準値よりも大きくなった (図-6)。なお、R4 施工後の飽和透水係数は、1 地点を除き $1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ の範囲に入っており、営農開始前から良好であったことがわかる。これは前述したとおり、施工時の土壌水分状態が比較的乾燥していたことが影響していると考えられる。

このように、施工後 1 年経過の土壌物理性は基準値を用いた評価でも良好であった。

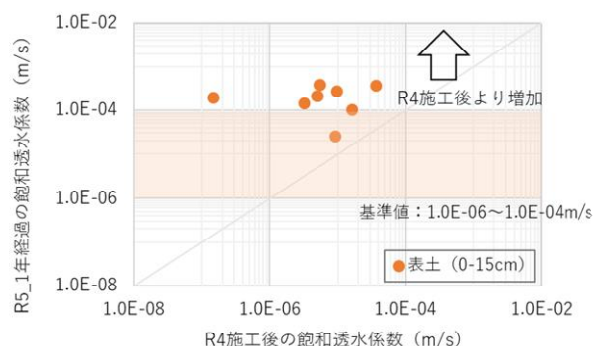


図-6 R4 施工後と R5_1 年経過の飽和透水係数

4. まとめ

旭川市近郊の土性が壤土の大区画整備圃場 1 筆において、施工後 1 年経過した物理性を調査した。結果は以下の通りである。

- 1) 施工後 1 年経過した表土 (0～15cm) は固相率が低下し、飽和透水係数が増加した。その要因として、表土 (0～15cm) の粗孔隙率がロータリーの秋起こしにより回復したためと考えられる。
- 2) 土壌診断基準を用いた評価でも、施工 1 年経過した表土 (0～15cm) の土壌物理性は良好であった。
- 3) 表土 (15～30cm) は水田土壌において堅密化する鋤床層に相当する部位であり、ロータリー耕の影響を受けず、施工直後と施工 1 年後で土壌物理性に差がなかった。

謝辞：現地調査を進めるにあたり、土地所有者及び関係機関にご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 北海道農政部：「令和 4 年度農業・農村の動向等に関する年次報告」の概要、2023.
- 2) 桑原 淳、大友秀文、横濱充宏：圃場の大区画化整備時の表土の適正な水分状態と下層土の施工機械の選定、農業農村工学会論文集、89（1）、11-18、2021.
- 3) 桑原 淳、大友秀文、横濱充宏：大区画圃場整備時の表土の水分状態と物理性、農業農村工学会大会講演会、2021.
- 4) 北海道農政部：北海道施肥ガイド 2020、pp. 18-36、2020.
- 5) 桑原淳、中谷壮範、横濱充宏：大区画圃場整備前後の物理性、第 66 回北海道開発技術研究発表会、推 21、2022.