

大区画圃場の土壌物理性を 良好に保つ施工技術の開発 ～旭川近郊圃場での調査結果～

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 ○高須賀 俊之
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 横濱 充宏

資源保全チームでは、過年度に美瑛市近郊の農地再編整備事業の大区画化施工圃場において、施工時の表土の土壌水分と施工後の土壌物理性との関係を調査し、施工後に表土（0～15cm）の飽和透水係数が維持される施工開始時の土壌水分の具体的な数値を明らかにした。令和4年度からは、上記地域とは土壌分類および土性が異なる旭川近郊の圃場において、施工時の土壌水分と施工前後の土壌物理性変化の調査を実施している。その結果、旭川近郊圃場では、施工時のpFと施工後の飽和透水係数の関係に明確な相関は見いだせなかった。その要因として、美瑛市近郊圃場と旭川近郊圃場での施工方法の違いが影響したと考えられ、今後の調査では、ブルドーザーの走行経路を新たに把握し、施工時の土壌水分と重機の運用が表土の物理性に与える影響を検討する。

キーワード：生産基盤の整備・確保、土壌物理性、ICT

1. はじめに

北海道では、水稻作付農家の減少に伴い経営体当たりの作付け面積が拡大しており、労働生産性を高める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行われている。また、食料・農業・農村基本法(令和6年5月改正)では、食料安全保障の強化が基本理念に掲げられ、輸入依存度の高い小麦・大豆等の増産が政策課題となっている¹⁾。このため既存農地の土地生産性を高める水田の畑地化・汎用化の推進が重要視されている。

一方で大区画化の施工現場では、降雨後の土壌が過湿な条件下での施工機械による圧縮・練返しにより、表土の排水性、保水性など土壌物理性が悪化する懸念がある。

大区画化施工後の表土の土壌物理性の良否は、作物の収量や品質に影響を及ぼす。よって、大区画化施工の過程で適切な土壌物理性を保持することは重要である。

資源保全チームでは、過年度に美瑛市近郊の農地再編整備事業の大区画化施工圃場（土壌分類：灰色低地土、土性：軽埴土）において、施工時の表土の土壌水分と施工後の土壌物理性との関係を調査した結果、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土壌物理性の悪化を確認した。また、施工時の土壌水分と施工後の土壌物理性との関係は土性によって異なることを確認し、表土の0～15cmの範囲について、施工後も飽和透水係数が維持される土壌水分の具体的な数値

を明らかにした^{2,3)}。

本報では、上記地域と土壌分類および土性が異なる旭川近郊の圃場において実施した、施工時の土壌水分と施工前後の土壌物理性変化の調査結果を報告する。

2. 方法

(1) 調査圃場の概要

調査対象圃場は北海道旭川市近郊に位置し（図-1）、2019年から国営農地再編整備事業旭東地区で区画整理工

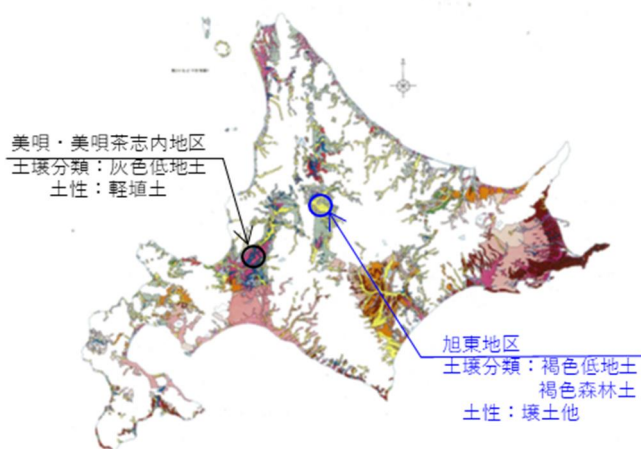


図-1 調査対象ほ場位置図

(北海道土壌分類委員会：1979) を改編

事が行われている圃場（土壌分類：褐色低地土、土性：壤土）である。令和4年度に4筆（以下：A～D圃場）、令和5年度に3筆（以下：E～G圃場）の7筆について、表土の施工時の土壌水分と施工前後の物理性との関係を調査した。

いずれの圃場も表土の土性は、簡易判定法の結果、壤土であった。表土の厚さは22～43cmであった。地表からおよそ15cmまでの表土は作土層であり、それ以下最大40cm程度までの範囲は耕盤層であった。各圃場とも数筆の小区画であったものが、施工後には2.2ha程度の1筆の大区画になっている。表土扱いを含む整地工は、5～11月に行われた。表土はぎ後に2～4ヶ月間堆積され、下層土の均平作業後、表土戻しが施工された。

(2) 土壌調査

土壌調査は、土壌試料採取を施工前（表土はぎ前）、施工後（表土戻し直後）に同一地点近傍で行った。土壌分析（表-1）に供する試料としては、圃場面下45cmまでをおよそ15cm刻みで3層に分け、各層から非破壊試料を100cc採土管で3試料採取した。

表土は、表土はぎ後に2～4ヶ月間堆積されていた。この間、降雨があれば土壌の水分状態は変化する。このため、表土戻しが施工され、圃場面が均平に整地された後に土壌試料を採取し、この時の土壌水分を施工時の土壌水分とした。採取した土壌試料の含水比を分析し、事前に作成した水分特性曲線から施工時のpFを算出した。なお、作土層に対して営農上の土壌診断基準値⁴⁾（以下：基準値）があるため、作土層に対応する表土については、基準値を用いて施工前後の物理性を評価した。

表-1 土壌分析項目

分析項目	分析手法
含水比	炉乾燥法
三相比	実容積測定装置法
飽和透水係数	変水位法
pF 試験	遠心法

3. 結果および考察

(1) 施工前後の表土（作土層）の物理性

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、土壌が締め固められると固相率は増大しやすい。図-2、3に施工前後の固相率を示す。施工前をみると、各圃場で表土（作土層）と比較し、表土（耕盤層）の固相率が高い。また、各圃場ともに施工後に固相率は増大した。表土（作土層）の物理性の悪化は、施工機械の走行により土壌が締め固められたためと考えられる。

地表からおよそ15cmまでの表土は作土層に該当し、作物の根の大部分が分布する重要な土層である。これ以降は、表土（作土層）について考察する。図-4に施工前後の表土（作土層）の固相率を、図-5に施工前後の

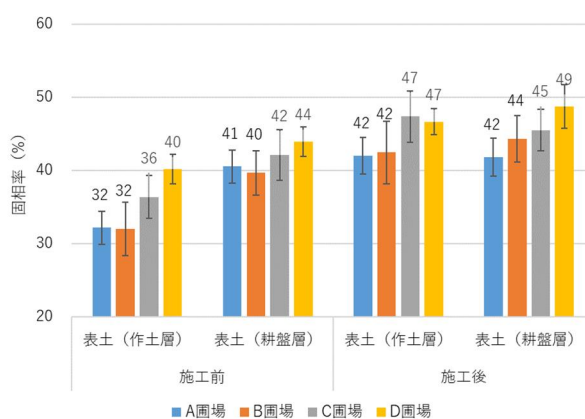


図-2 施工前後の表土の固相率（令和4年度）

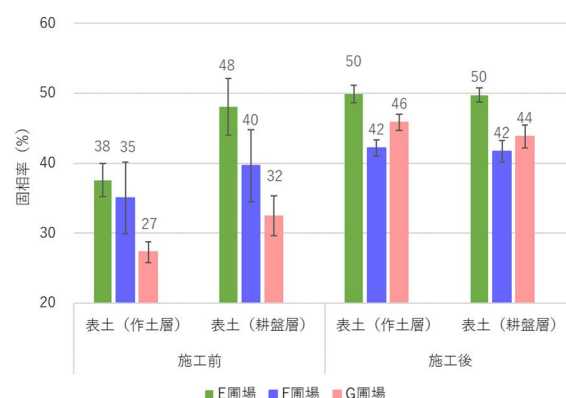


図-3 施工前後の表土の固相率（令和5年度）

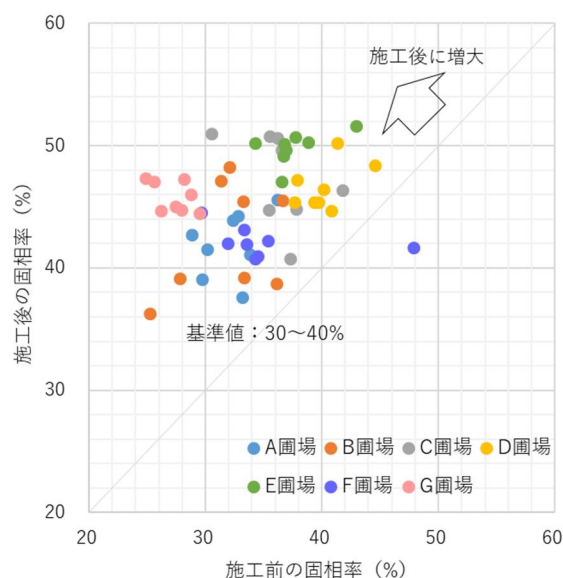


図-4 施工前後の表土（作土層）の固相率

表土（作土層）の飽和透水係数を示す。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⁾。飽和透水係数とは、水の通りやすさを表しており、土壌排水性の指標の1つとなる。

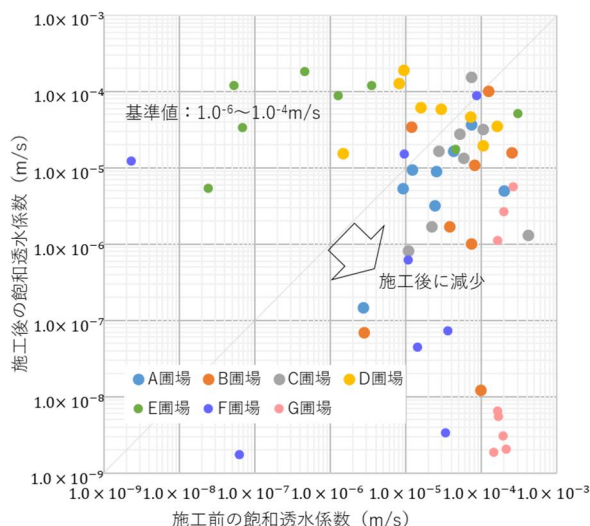


図-5 施工前後の表土（作土層）の飽和透水係数

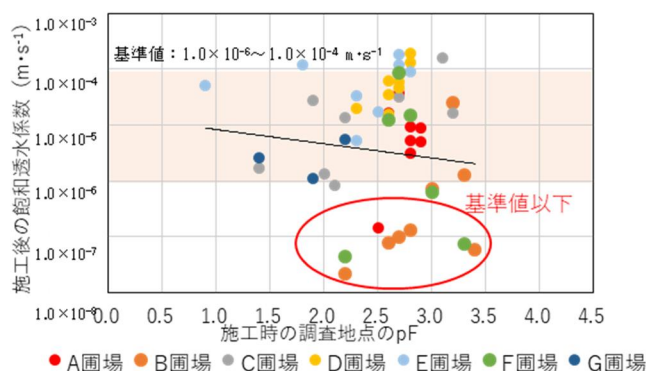


図-6 施工時のpFと施工後の飽和透水係数の関係
(旭東地区)

施工前をみると、固相率では64%の調査地点で基準値を満たしており（図-4）、飽和透水係数では61%の調査地点で基準値を満たしていた（図-5）。過年度に調査した美咲市近郊の圃場では、施工前に基準値を満たしていた調査地点は、固相率で42%、飽和透水係数で55%であった。これと比較すると、施工前における本調査圃場の物理性は、良好な地点が多かった。

施工後の固相率は、施工前と比較すると1地点を除く調査地点で増大した（図-4）。また、施工後の飽和透水係数は、B、C、G圃場の1地点、D圃場の5地点、E圃場の6地点、F圃場の3地点を除いて、施工前と比較すると減少した（図-5）。

そこで施工時のpFと施工後の飽和透水係数を図-6に示す。施工時のpFと施工後の飽和透水係数の関係に明確な相関は見いだせなかった。また、比較的乾燥状態にある表土であっても、基準値以下となる地点があった。

(2) 施工方法の違いが土壌物理性に及ぼす影響

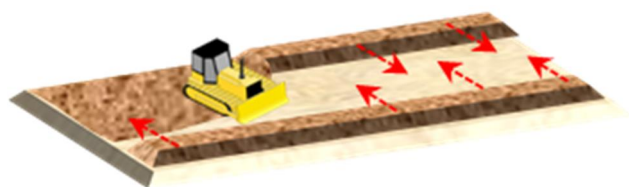


図-7 整地工（隣区はぎ戻し工法）イメージ

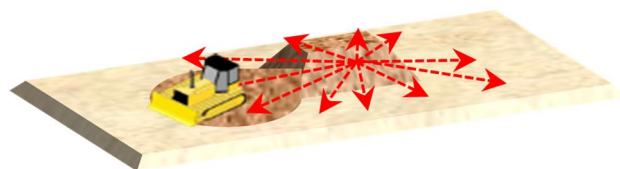


図-8 整地工（筆内集積工法）イメージ

旭東地区の施工時のpFと施工後の飽和透水係数の関係に相関が見られなかった原因について考察する。美咲・美咲茶志内地区では、整備後の標準区画が1.2haであったことに加え、表土はぎから表土戻しまでの一連の整地工を短期間で施工可能な範囲に分割して施工したのに対し、旭東地区は標準区画が2.2haであり、表土をまとめて扱うことから、整地工における表土の運土距離が長大となる傾向があると考えられる。

また、美咲・美咲茶志内地区では、ブルドーザーの往復走行により表土扱いを施工したこと（図-7）ブルドーザーが表土に与える影響は、圃場内で比較的均一と推定されるが、旭東地区では、数箇所まとめて仮置きした表土を圃場全体に押し広げる工法であったため（図-8）ブルドーザーの走行頻度に偏りがあり、同じ圃場内であってもブルドーザーが表土に与える影響に差異が生じた可能性がある。つまり、これまで施工による土壌物理性の変化の要因として土壌水分に注目してきたが、施工内容および方法が異なる場合には、重機の運用の影響を無視できないと考えられる。

4. ブルドーザーの走行頻度と土壌物理性の関係解明に向けて

今回の調査結果を踏まえて今後の調査では、表土戻し施工時のブルドーザーの走行経路を記録し、走行頻度を考慮した調査地点で施工後圃場の表土を採取する（図-9）。その試料から、施工前後の土壌構造の変化と、圃場内の位置での差異を調査分析することにより、施工時の土壌水分の影響と併せ、重機の運用が表土の物理性に与える影響を評価できると考えられる。

また、現在の区画整理工事では、ICT施工の導入が進んでおり、先進的な業者では整地工においてブルドーザーの走行履歴や転圧状況をリアルタイムデータで見ながら施工している。このことから、ブルドーザーの走行の影響を評価することは、表土の良好な物理性を保持する施工の確立に向け有効であるといえる。

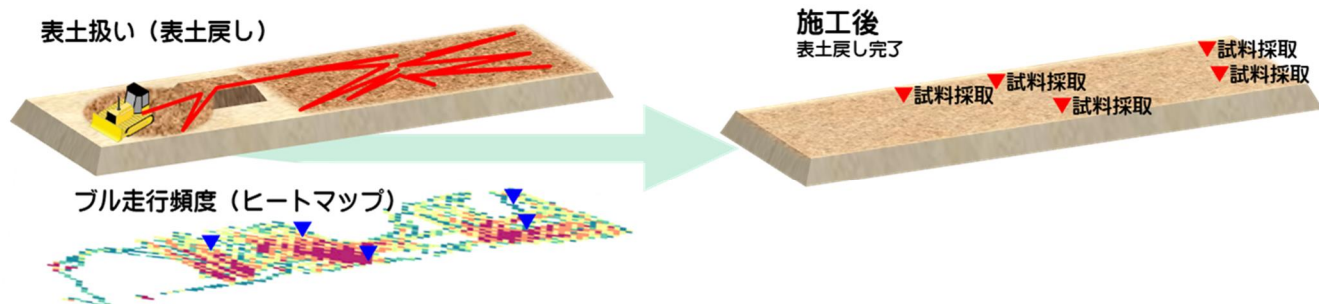


図-9 今後の調査イメージ

土の物理性を良好に保つ施工技術について提案することを目指す。

5. おわりに

これまでの研究から、美唄市近郊の区画整理工事では、施工開始時の表土の土壌水分と施工後の土壌物理性の関係に一定の傾向を確認したが、旭川市近郊の区画整理工事では、それが見いだせなかった。この要因として、区画整理工事の施工方法が異なることから生じる、ブルドーザー走行頻度の差異が考えられる。

今後は、施工時の土壌水分と併せ、ブルドーザーの走行頻度を考慮した調査を行い、施工時の土壌水分と重機の運用が表土の物理性に与える影響を解明した上で、表

参考文献

- 1) 食料安定供給・農林水産業基盤強化本部：第8回資料1 食料・農業・農村基本法改正等を受けた新たな政策の展開方向、2024.
- 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、18-36、2020.