

# 積雪寒冷地における大区画圃場の 整備技術に関する研究 —大区画整備圃場の施工1年後の土壌物理性について—

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 ○大友 秀文  
桑原 淳  
中山 博敬

一昨年、切盛により大区画に整備された圃場において、湿地ブルドーザの走行が土壌物理性に及ぼす影響について調査を行った。結果、盛土箇所では固相率、飽和透水係数に若干影響が見られた。今年度は、営農作業によるその後の変化を検証した。本報では、1年経過後に施工時の土壌物理性への影響が、現時点では明瞭な回復が認められなかった調査結果について報告する。

キーワード：大区画整備圃場、土壌物理性

## 1. はじめに

北海道の農業地帯では、担い手の不足等による農家戸数の減少に伴い一戸当たりの経営規模が拡大している<sup>1)</sup>。このため、農地の大区画化などの基盤整備を契機として、労働時間を低減し、生産コストの削減と収益性の向上を図ることが重要となっている<sup>2)</sup>。水田地帯を中心に区画整理と農地造成を一体的に施工し、生産性の高い農業基盤を整備する農地再編整備事業が推進されている。一方で、北海道のような積雪寒冷地では、農地基盤が排水不良の泥炭土や粘性土といった土壌である場所も多い。

農地基盤が排水不良の土壌である施工現場では、降雨などによって施工工程に制約を受けることがある。また、場合によっては大区画整備後に飽和透水係数などの土壌物理性にバラツキが生じる可能性がある。

このため、施工現場では、施工機械による土の練り返しを防ぐ対策が行われている。例えば、表土剥ぎから表土戻しまでの一連の作業を1日で終わるように圃場の分割施工を行ったり、超湿地ブルドーザなどを使用することにより施工上の対応を行っている。しかし、大区画圃場の施工段階ごとの土壌物理性の変化を報告した事例は少なく、現場での取り組みが十分な効果を発揮しているか定量的に評価できていない。このため、著者らは、大区画整備圃場で施工段階ごとに加え、1年経過後の土壌物理性の調査を行った。ここでは、得られた結果について報告する。

## 2. 方法

### (1) 調査地の概要

調査は、水田地目で水稲作のA圃場と畑作のB圃場で行った。図-1、2にAおよびB圃場の調査位置図を示した。A圃場では、施工1年後に無代かきによる水稲移植栽培が行われ、また、B圃場では、大豆が栽培され、作付け前にはロータリによる入念な耕起が行われた。

基盤は、A圃場が泥炭土、B圃場は粘性土である。両圃場とも、2016年の区画整理で、表土を剥いだ後、切土（図の青色の範囲）と盛土（図の黄色の範囲）を行い基盤を均平にした。泥炭土を基盤とするA圃場では、1日で表土戻しまでが終わるように圃場を3つの区画に分けて施工を行った。土壌調査はその内の1つの区画（図の緑色で囲った範囲）で行った（図-1）。

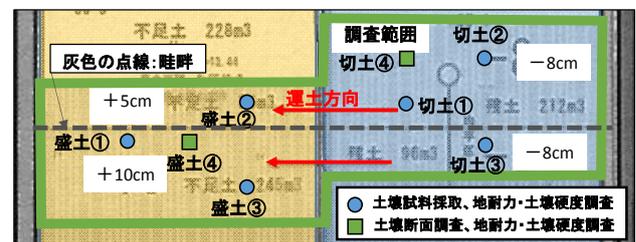


図-1 A圃場の調査位置図

粘性土を基盤とするB圃場では、2日程度で施工が終わるように圃場を2つの区画に分けて2016年に施工を行った。その内の1つの区画で土壌調査を行った（図-2）。

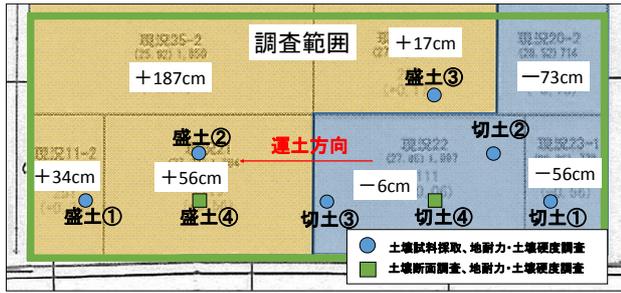


図-2 B圃場の調査位置図

(2) 調査時期と調査内容

土壌調査は、施工の各段階の終了時と翌年の農作物収穫後に実施した。表-1に調査時期および図-3に施工1年後調査時の日降水量と日平均気温を示す。A圃場では表土戻し後に客土（厚さ5cm）の施工が行われたため、客土後を施工後調査とした。B圃場では、客土を施工しないため、表土戻し後を施工後調査とした。施工1年後調査は、A圃場は2017年10月10～11日の水稻の収穫後、B圃場は10月19～20日の大豆の収穫後に行った。

表-1 各圃場の調査時期

施工項目	A圃場	B圃場
施工前	2016年5月19日	2016年6月30日
表土剥ぎ後	2016年6月29日	2016年7月7日
切盛土後	2016年6月29日	2016年7月8日
表土戻し後	2016年6月29日	2016年7月8日
客土後	2016年7月21日	—
施工1年後	2017年10月 10日～11日	2017年10月 19日～20日

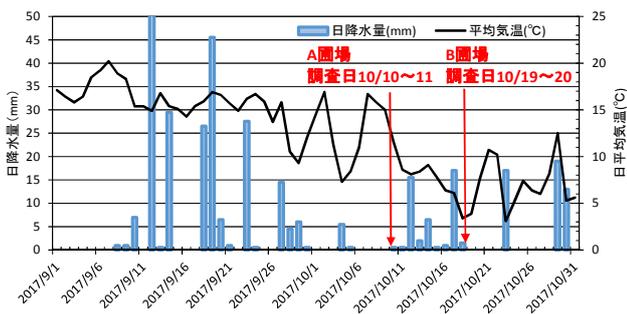


図-3 日降水量と日平均気温（調査圃場AおよびBの近傍アメダスデータ）

図の■印の位置で土壌断面調査、地耐力および土壌硬度調査を行った。調査は、両圃場ともに切土側、盛土側で1箇所ずつ、施工前、施工後および施工1年後に行った。図の●印の近傍箇所では、土壌試料採取、地耐力および

土壌硬度調査を行った。調査は、切土側、盛土側で3箇所ずつ、施工前、施工中および施工1年後に行った。結果と考察で後述する孔隙分布、固相率および飽和透水係数は、●印での採取試料の分析結果を用い、切土側、盛土側の各3箇所ですら得られた平均値とした。

■印の土壌断面調査では、施工前後の箇所ですら深さ1m程度の試坑を掘り土層構成等を調べた（写真-1）。土層ごとに土壌硬度などを測定後、攪乱試料と不攪乱試料（100cc採土管）を採取した。土壌試料採取では、施工前、中、後および施工1年後に深さ50～70cm程度の試坑を掘り、15cm刻みで土壌試料の採取および土壌硬度を山中式硬度計による測定を行った（写真-2、3）。採取した土壌試料は表-2に示した分析に供試した。



写真-1 土壌断面調査



写真-2 土壌試料採取

表-2 土壌分析項目

分析項目	分析手法
含水率	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
孔隙分布	砂柱法、遠心法

地耐力調査では、施工前、中、後および施工1年後に、貫入式土壌硬度計により地表から地表下1m程度まで各深さの貫入抵抗値を測定した（写真-4）。



写真-3 土壌硬度調査



写真-4 地耐力調査

### 3. 結果と考察

#### (1) 土壌断面調査

AおよびB圃場の施工前と施工1年後の土壌断面について、A圃場は盛土側、B圃場は切土側を示した(写真-5~6)。

A圃場は、表土(Ap層)は鈹質土土壌であるシルト質粘土であり、その下の基盤(Lp層)は有機質土壌である泥炭土である(写真-5左)。切土側で8cm程度の泥炭切土を行い、その土壌を盛土側で10cm程度の厚さで盛土した。

施工1年後、表土は、層厚35cmから24cmに減少し、土性はシルト質粘土で変化はなかった(写真-5右)。

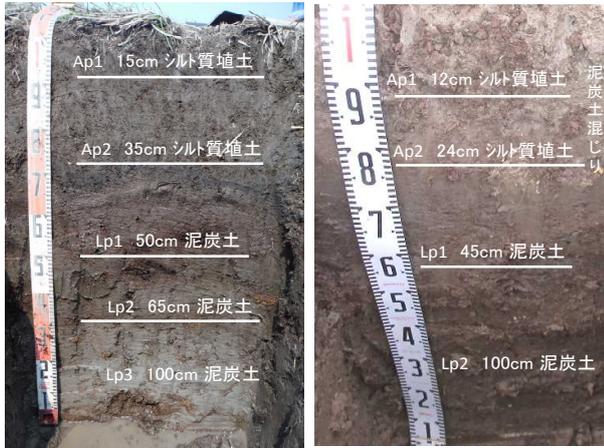


写真-5 A圃場の土壌断面(盛土側)  
左: 施工前 右: 施工1年後

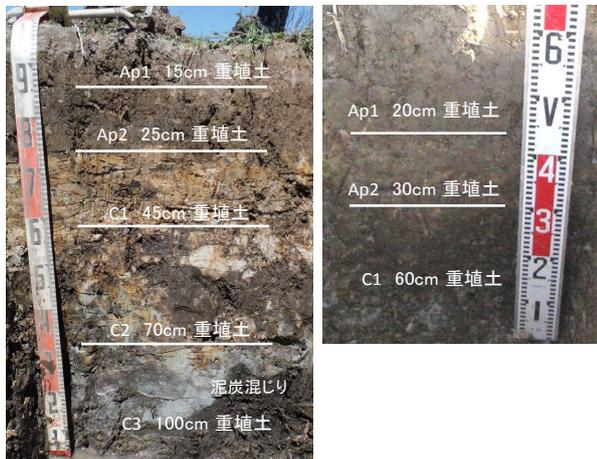


写真-6 B圃場の土壌断面(切土側)  
左: 施工前 右: 施工1年後

B圃場は、土性は粘土分の多い重粘土である(写真-6左)。切土側で6~73cmの切土を行い、盛土側で17~187cmの盛土を行った。

施工1年後、表土は層厚が25cmから30cmに増加し、土性は重粘土で変化はなかった(写真-6)。

#### (2) 地耐力(A圃場)、土壌硬度(B圃場)

A圃場では、基盤が軟弱な泥炭土であることから、各深さにおける土壌の地耐力(貫入抵抗)を測定した(図-4)。なお、客土後の盛土側データは欠損している。

地耐力は、水稻収穫期におけるコンバイン走行が可能であるよう、作土層(深さ0~20cm)であっても貫入式土壌硬度計による測定値で0.25MPa以上が望ましいとされている<sup>3)</sup>。

農作業機械の走行に必要な地耐力は、施工前、客土後および施工1年後とも、表土(深さ0~20cm)全体としては基準値を上回っていたが、一部浅部(深さ0~10cm)において下まわっていた。このため、コンバイン収穫作業において、大きな支障は見られなかったが、走行により浅いわだちが形成されるなどの影響はあった。

なお、A圃場の表土(深さ0~20cm)では、地耐力は切土側が施工前および施工1年後とも盛土側より大きな値となった。これは、切土側は切土により地山が基盤となるが、盛土側は湿地ブルドーザー押土による盛土での締め固めが影響したものと考えられる。

B圃場では、基盤層が粘性土であることから、各深さにおける土壌の硬度(緻密度)を測定した(図-5)。

耕盤は、作物の根の伸張を著しく阻害し、透水性を低下させる緻密層で、山中式硬度計による測定で20mm以上とされている<sup>3)</sup>。作土層である表土(深さ0~30cm)直下10cm程度の緻密度は、施工前および表土戻し後は、切土および盛土側とも基準値を上回ったが、施工1年後は、切土および盛土側ともに基準値を下回っていた。これは、営農の過程で心土破砕を行ったためと考えられる。

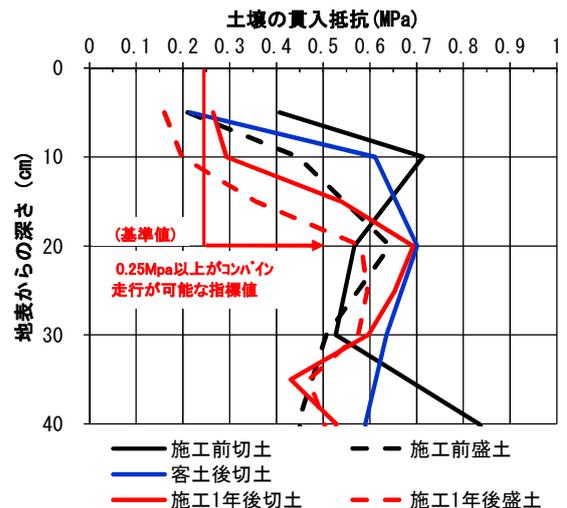


図-4 A圃場の施工前、客土後、施工1年後における地耐力(貫入式土壌硬度計による測定値)

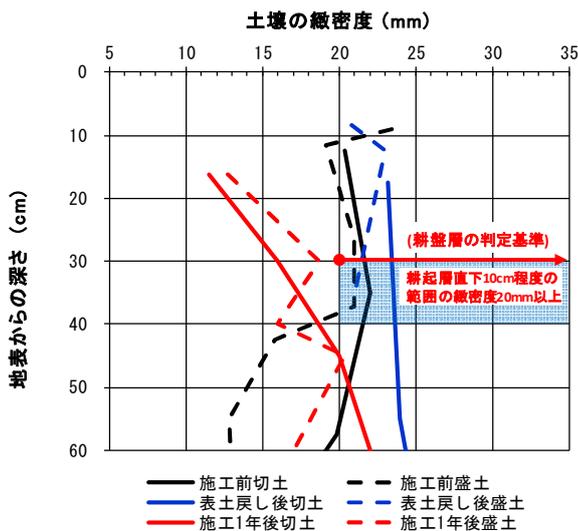


図-5 B圃場の土壌硬度（山中式硬度計による測定値）

### (3) 孔隙分布

図-6、7にAおよびB圃場の施工前、施工後および施工1年後の孔隙分布の値を示した。粗孔隙量は、土壌の排水性および通気性に関する指標で、基準値は畑の作土で15～25%とされている<sup>3)</sup>。また、易有効水分孔隙量は、土壌の保水性の指標で基準値は10%以上とされている<sup>3)</sup>。

A圃場は、施工後に作土における粗孔隙量の減少傾向が見られ、施工1年後においても切土および盛土側とも基準値を下回っていた。B圃場の粗孔隙量は、施工前においても10%以下の極めて小さな値であったこともあって、施工に伴う変化は特に見られなかった。

また、易有効水分孔隙量もAおよびB圃場とも施工後に作土における減少が切土および盛土側に見られ、施工1年後においても畑の作土における良好な保水性の指標を下回っていた。B圃場の易有効水分孔隙量、粗孔隙量ともに施工前、表土戻し後および施工1年後においても極めて小さな値であり、保水性および排水性の圃場管理に留意が必要なこと分かる。

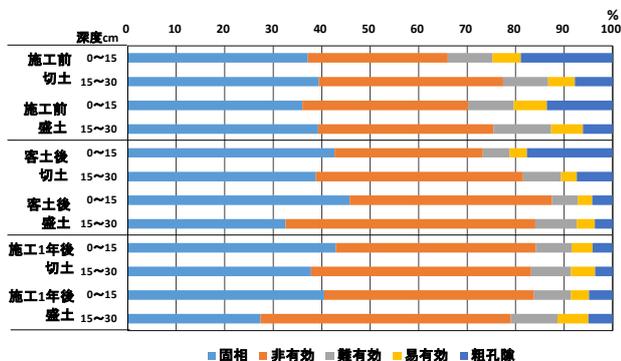


図-6 A圃場の施工前、客土後、施工1年後の作土の孔隙分布

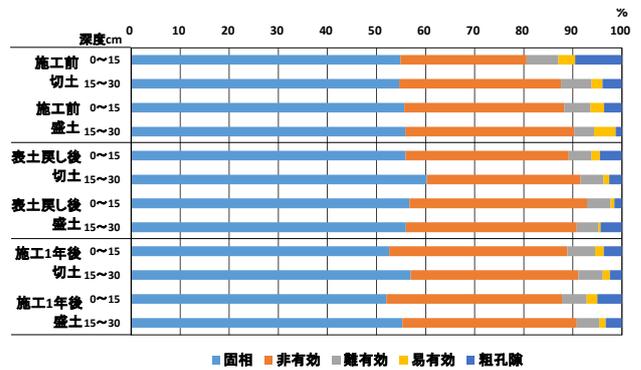


図-7 B圃場の施工前、表土戻し後、施工1年後の作土の孔隙分布

### (4) 固相率、飽和透水係数

図-8、9にAおよびB圃場の表土の施工前、施工後、施工1年後の切土および盛土側における固相率と飽和透水係数の関係を示した。固相率は、単位体積当たりの固形物の割合を表しており、施工機械の走行で土壌が締め固められると固相率は増大する。飽和透水係数は、土壌内の粗孔隙の量や連続性に左右され、排水性の指標として用いられる。土壌の固相率が増大し粗孔隙量が減少した場合や、施工機械の練り返しによって土壌構造が破壊され粗孔隙の連続性が失われた場合に、飽和透水係数は低下し、排水性は悪化する。

水田の作土層(表土)において、良好な生育・収量を得るのに望ましい基準値は、固相率で30～40%、飽和透水係数で $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{m/s}$ であり、鋤床層のような難透水層でも $10^{-7} \text{m/s}$ 以上が望ましいとされている<sup>3)</sup>。また、畑の作土層表土において、良好な生育・収量を得るのに望ましい基準値は、固相率で40%以下、飽和透水係数で $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{m/s}$ とされている<sup>3)</sup>。

A圃場の表土(深さ0～15cm)の施工前調査では、切土および盛土側の固相率、飽和透水係数ともに概ね基準値付近で、土壌の物理性は良好であった(図-8)。しかし、客土後調査では、固相率は基準値範囲から外れる結果となった。A圃場の客土は、B圃場近辺の切土で発生した粘性土を表土の上に5cm厚で行った。この粘性土が表土と混じったために固相率が増大し、盛土側では飽和透水係数も基準値を若干下回る程度まで低下した。このため、営農に伴う土壌物理性の変化を施工1年後調査で確認したが、飽和透水係数はさらに大きく低下していた。

B圃場の表土(深さ0～15cm)は、施工前および表土戻し後において、切土と盛土に関係なく固相率が50%を超えていた(図-9)。一方、飽和透水係数は基準値付近であった。施工1年後の調査では、固相率の変化は見られなかった。飽和透水係数は、盛土側では基準値内であったが、切土側で大きな低下が見られた。

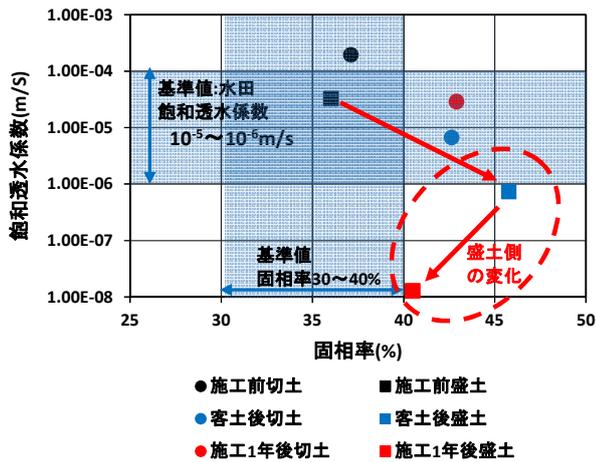


図-8 A圃場 (表土0~15cm) の  
固相率と飽和透水係数

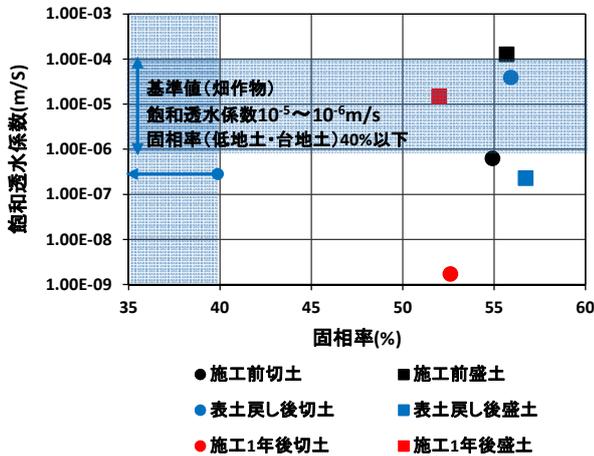


図-9 B圃場 (表土0~15cm) の  
固相率と飽和透水係数

#### 4. まとめ

大区画圃場が整備された圃場において、施工1年後の地耐力、土壤硬度および排水性など土壤物理性の変化を検証した。圃場整備の翌年に、基盤層が泥炭土のA圃場は水稻、基盤層が粘性土のB圃場は大豆が作付けされたが、作付け後にB圃場の土壤硬度については心土破碎によると考えられる改善が見られたが、他に明瞭な土壤物理性の回復は認められなかった。既往の研究では、施工3年後においても土壤物理性の明確な回復は認められておらず<sup>29)</sup>、営農による土壤物理性の回復には、時間を要するものと考えられる。

田畑輪換を想定した大区画整備圃場では、施工後の良好な排水性の確保は重要になる。それは、畑作利用時に、過湿被害を防ぐだけでなく、水田利用時においても中干で速やかに土壤を乾燥状態にし、酸素を供給することに

つながるからである。しかし、例えば泥濘化や練り返しと言ってもどの分析項目がどの程度の値になった状態を言うのか、その時の土壤水分の状態はどの程度なのか、分かっていないことも多い。

筆者らは、実圃場の調査だけではなく、室内試験などをも加えることで、良質な圃場整備が実現できる施工体系の確立を目指して今後も調査を継続していく予定である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、現地調査や資料提供にご協力いただいた農業者および北海道開発局札幌開発建設部の関係各位に、ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 北海道農政部：北海道農業・農村の概要、2017年
- 2) 農林水産省：農業生産の基盤の整備に関する資料、2014年
- 3) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 農業研究本部編 (2015年)：北海道施肥ガイド2015, 北海道農政部, 18, 36
- 4) 栗田啓太郎, 中川靖起, 石渡輝夫, 石田哲也, 小野寺康浩 (2007年)：圃場整備に伴う重粘土水田の土壤土性の変化と暗渠排水の改善効果, 寒地土木研究所月報, No. 647 2007年4月, 26