

# 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 —小型GPSを用いたブルドーザの走行軌跡の調査—

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 ○桑原 淳  
中山 博敬  
大友 秀文

農地基盤に泥炭土が分布する大区画整備圃場において、施工段階（表土剥ぎ、切盛土、表土戻し）ごとの土壌性状の検証を行った。これと併せて施工当日のブルドーザの走行履歴を解析するために、小型GPSを用いて追跡可能か検証を行った。結果、走行軌跡の記録間隔を当初設定していた10mから3mまで短く設定できることが分かった。今後の課題として、土壌分析値と併せて考察を行うためには、走行中のブルドーザの作業状況を把握することや施工段階ごとの走行回数をカウントする必要がある。

キーワード：小型GPS、ブルドーザ走行履歴、土壌性状

## (1) 調査地の概要

### 1. はじめに

北海道では、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。北海道のような積雪寒冷地帯では、農地基盤に泥炭土や粘性土といった湿性土壌が分布している場所も多い。このような排水不良の湿性土壌が農地基盤に分布する施工現場では、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排水性などの土壌性状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繰り返しや基盤面を過湿状態にすること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日で終わるように分割施工を行ったり、超湿地ブルなどを使用することである。しかし、大区画圃場の整備段階ごとの土壌性状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。筆者らは農地基盤に泥炭土と粘性土が分布する大区画整備圃場において、施工段階ごとの土壌性状の検証を行っている。この検証を行う時、施工段階ごとの土壌分析値とともに調査地点における施工機械の走行履歴の解析が必要となる。このため、実際の施工現場において湿地ブルドーザに小型のGPSを装着し、走行軌跡の追跡および解析が可能か検証を行った。

調査は、平成28年度に国営緊急農地再編整備事業「A地区」で整備された水田圃場（以下、A圃場）で行った。図-1にA圃場の平面図を示した。A圃場では基盤層に泥炭土が分布しており、区画整備後に圃場の均平化を図るために切土部（図の青色の範囲）と盛土部（図の黄色の範囲）が存在する。泥炭土が分布する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ており、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。土壌試料の採取箇所は切土部（A6～A8）、盛土部（A3～A5）で3箇所ずつ行った（図-2）。また、この地点を走行したブルドーザの走行回数を小型GPSを用いて検証した。

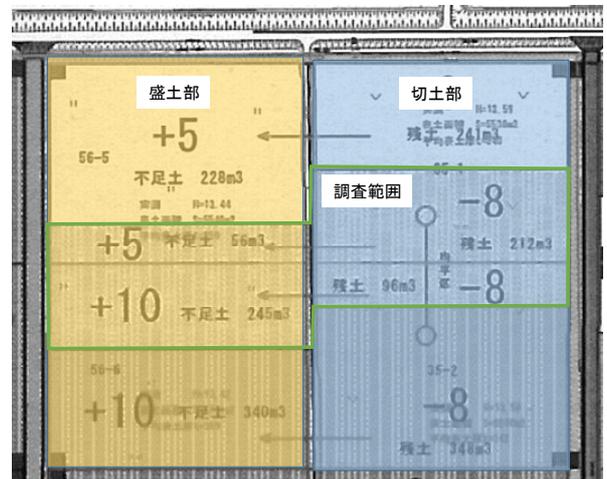


図-1 A圃場の平面図

### 2. 方法

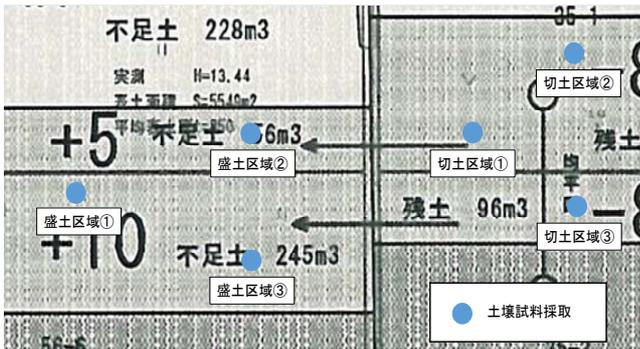


図-2 土壤試料採取地点

(2) 小型GPSの概要および設置状況

A圃場で作業を行ったブルドーザの仕様は、表-1の通りである。ブルドーザの走行軌跡の記録に用いた小型GPS(写真-1)の位置精度は、2.5m(DGPS時)である。長時間の測定にはDC5Vの外部電力が必要なため、ブルドーザのシガレットを電源とし、電圧をDC5Vへ変換して供給した。なお、No.08のブルドーザはシガーソケットからの電源確保が困難であったため、小型GPSは設置できなかった。このため、小型GPSは計7台のブルドーザに設置した。小型GPSは複数の衛星電波の受信が可能となるように、操縦席の窓内側に固定した(写真-2)。走行軌跡の記録条件は、ブルドーザの走行距離が10mごとに軌跡を記録するように設定した。

表-1 ブルドーザの仕様

No.	機種名	接地圧 (kgf/cm <sup>2</sup> )
01	D61PX	0.34
02	D6NL	0.33
03	D6TLGP	0.35
04	D6NL	0.33
05	D6TLGP	0.35
06	D6RL	0.34
07	D6TLGP	0.35
08	D31PLL	0.16



写真-1 小型GPS



写真-2 小型GPS設置状況

3. 結果と考察

(1) 軌跡データの記録状況

図-3にブルドーザNo.01の走行軌跡の一例を示す。A圃場では、圃場を3つの区画に分けた分割施工が行われており、土壤調査および走行履歴の調査はその内の中央の区画の施工が行われた時に実施した。施工は、表土剥ぎ、切盛土、表土戻しの順に行われた。表土剥ぎの作業は、調査範囲の上下方向に観音開きの形で行われ、表土は上下方向の隣の区画に一時堆積された。切盛土作業は、圃場の右側の切土部から8cm程度の切土が行われ、圃場の左側の盛土部に5~10cmの盛土が行われた。このことから、図-3の上下方向の動きは表土剥ぎまたは表土戻しの作業を、左右方向の動きは、切土の運土作業または盛土部での締め固め作業を基本的に示していると考えられる。ブルドーザでの運土作業では、排土板で土壌を削りながら前進する走行と、ブルドーザの向きを変えないでそのまま後退する動作を繰り返すことが一般的である。今回の走行軌跡の記録条件は、前述のとおり走行距離が10mごとに軌跡が記録されている。すなわち、図-3に示した走行軌跡の鋭角部分の先端部分が必ずしもブルドーザの前進と後進が切り替わった地点を示しているとは限らない。そこで、今回得られたデータから、走行軌跡の記録間隔を短くすることで、さらに精度よくブルドーザの走行履歴を解析可能かどうか検証した。

表-2に小型GPSに記録されたブルドーザの最高速度を示す。最高速度が最も速かったブルドーザはNo.07であり、時速9.8kmであった。今回の小型GPSの設定条件では10m走行ごとに軌跡が記録するように設定したため、最高速度で走行した場合、3.7秒間隔で軌跡を記録していくことになる。今回用いた小型GPSは、m単位での距離間隔または秒単位での時間間隔で軌跡の記録頻度を設定することが可能である。最高速度の時速9.8kmは秒速に換算すると2.7mであるため、走行軌跡の記録間隔を3mまで短

くできることが明らかとなった。2.7m以下での値で記録するよう設定すると1秒より短い時間となり、正確にデータが記録されるか分からないためである。なお、記録条件を1秒間隔に設定することも可能ではあるが、ブルドーザが走行していない時間帯でも軌跡が記録されるため、データ量が膨大になるデメリットがある。

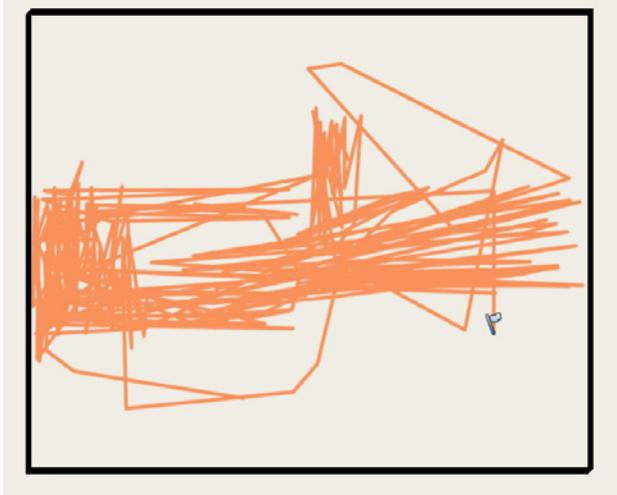


図-3 ブルドーザ走行軌跡の一例

表-2 ブルドーザの最高速度

No.	最高速度 (km/h)
01	8.7
02	8.1
03	9.6
04	8.9
05	8.6
06	8.5
07	9.8

## (2) 土壌調査地点を走行した回数

表-3 に、各ブルドーザの土壌調査地点ごとの走行回数を、走行軌跡を基にカウントした値を示す。最も走行回数が多かった地点は切土区域①であり、最も少なかった地点は切土区域③であった。圃場の中央に位置する盛土区域③、④および切土区域①の走行回数が圃場の両端に位置する盛土区域①および切土区域②、③より多いことが分かる。これは、切土の運土作業で圃場の端から運土する際にも圃場中央を走行する必要があるためと考えられる。また、圃場の両端に位置する盛土区域①と切土区域②、③を比較すると盛土区域①の方がやや走行回数が多かった。盛土区域では、運土した土壌を締め固める作業があるため、それが影響したと推察される。今後、各土壌調査地点でサンプリングした土壌物理性の分析値と走行回数とを併せて検討を進めることになるが、今後のデータ解析および次年度の走行軌跡調査では以下の2点に注意が必要と考えている。

### 1) ブルドーザが調査地点上を走行した時の作業状況の把握

ブルドーザが排土板で土壌を削りながら前進した作業回数なのか、排土板を上げて土壌を削ることなく前進または後進した走行回数なのかによって、土壌に対する影響が変わる可能性がある。今回の GPS データからは、走行速度によって作業状況を推測することは可能であるが、作業状況を正確に把握することは難しい。次年度の調査では、ブルドーザへのインターバルカメラ等の設置により、作業状況を把握できるか検討したい。

### 2) ブルドーザが調査地点上を走行した時の土壌状態の把握

ブルドーザの運土作業を大きく分けると、表土剥ぎ、切盛土、表土戻しの作業があり、それぞれ、ブルドーザが走行する地面の土壌性状が異なるため、その把握が必要である。A圃場では、基盤層に泥炭土が分布しており、圃場面を降雨によって過湿状態にしないために、表土剥ぎから表土戻しまでの作業を1日で終えるような分割施工が行われた。この施工方法に合わせるように土壌試料の採取は、各施工段階ごとに行い、それぞれの分析値が得られている。しかし、今回の調査では施工段階ごとの作業開始時間および終了時間を正確に把握していなかったため、施工段階ごとのブルドーザの走行回数をカウントすることが出来なかった。このため、次年度の調査では施工段階ごとに施工が行われた時間を記録しておき、各作業ごとのブルドーザの走行回数をカウントできるよう改善していく必要がある。各土壌調査地点において、これらの走行履歴と施工段階ごとの土壌物理性の性状変化を組み合わせて検証を行っていく。

表-3 土壌調査地点別のブルドーザ走行回数

No.	土壌調査地点名					
	盛土区域①	盛土区域②	盛土区域③	切土区域①	切土区域②	切土区域③
01	2	0	7	4	2	6
02	2	0	2	0	0	0
03	4	0	0	10	0	0
04	13	19	16	10	2	1
05	0	6	0	2	4	0
06	2	0	0	8	0	3
07	0	5	2	2	12	5
合計	23	30	27	36	20	15

## 4. おわりに

大区画圃場が整備された圃場において施工段階ごとの排水性など土壌性状の検証を平成28年度から開始した。土壌性状の変化の検証と実際に施工面を走行するブルド

ーザの走行履歴を併せて解析することで、例えば過転圧や練り返しといった考察が可能か検証を進めている。今年度のGPSの設置は、泥炭土が分布する1圃場を調査した初年度の結果であり、改善すべき点なども明らかとなってきた。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ってくると考えられる。筆者らは、実圃場の調査だけでなく、室内試験などを追加し、土壌性状の検証を継続していく。室内試験ではブルドーザの土壌への負荷をどのように再現するかは課題はあるが、土壌水分状態を変えた場合のブルドーザの走行回数や排水性への影響を検証することで、土壌の練り返しなどを検証していく予定である。このことによって、施工直後においても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いる。

**謝辞：**本研究を進めるにあたり、現地調査や資料提供などを農業者、美唄土地改良センターおよび北海道開発局札幌開発建設部の関係各位に多大なご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。