調書作成年：令和２年度

令和２年度成績概要書

１．研究課題名と成果の要点

１）研究成果名：水稲乾田直播栽培の均平作業に利用可能な高低差マップ
（研究課題名：寒地大規模高能率水田営農システムの実現に向けた技術体系の確立）
２）キーワード：高低差マップ、Excel マクロ、均平作業、均平度、作業時間
３）成果の要約：高精度衛星測位装置を装着した車両を用いて得られたデータから圃場の高低差マップを表示できるExcel マクロを作成した。高低差マップの利用により、均平作業における経路判断が容易になるだけでなく、高い均平度を確保することが可能になる。また、比較的凹凸の小さい圃場では作業時間を短縮できる。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：北農研センター・水田作研究領域・水田機械作業Ｇ　長南友也、水田作研究領域・経営評価Ｇ、大規模畑作研究領域
２）共同研究機関（協力機関）：

３．研究期間：平成 29～令和 2 年度　（2017～2020 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

平成 28 年指導参考事項「北海道の田畑輪換における水稲乾田直播栽培の前年整地体系による作業分散」では、春に高低差情報を取得した後に再均平を行うと、均平作業時間は約半分となり、乾田直播栽培の面積拡大に貢献する技術であることが明らかにされていた。そこで、均平作業の円滑な実施を支援する高低差マップの作成方法やマップ利用の効果を明らかにする必要があった。

２）研究の目的

GNSS 受信機を装着した車両と市販表計算ソフトウエアを用いた高低差マップの作成方法を考案するとともに、水稲乾田直播栽培等の均平作業において、高低差マップの利用に伴う均平精度や能率向上の効果を明らかにする。

５．研究内容

１）高低差マップの作成方法の確立

・ねらい：高精度衛星測位ができる GNSS 受信機を装着した車両で圃場内を走行し、得られた高低差情報を市販表計算ソフトウエア（Excel）でマップに変換する方法を確立する。
・試験項目等：計測精度（測量との対比）、計測時間等

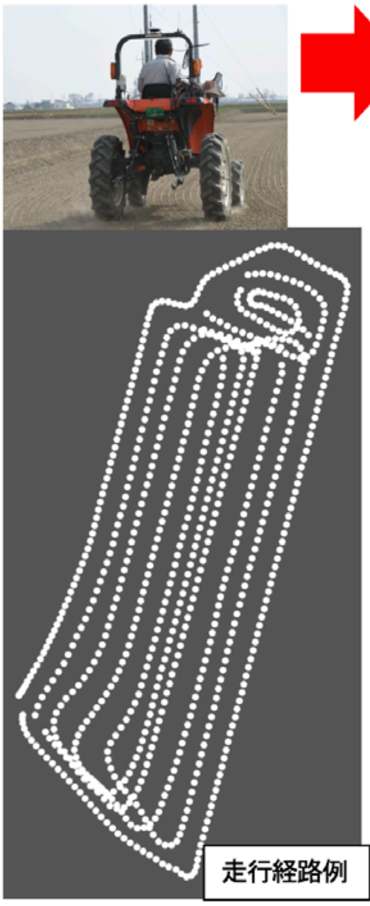
２）高低差マップの利用に伴う均平作業の精度及び作業能率の検証

・ねらい：前年整地に加え、高低差マップを活用した場合の作業精度及び作業能率を明らかにする。
・試験項目等：同一オペレータの下でマップ提示の有無による均平度、作業時間
用語「均平度」：圃場の平均高度から±2.5cm 以内に含まれる面積の割合
　　「均平改善度」：均平後と均平前の均平度の差

６．成果概要

１）高低差マップの作成ソフト（開発言語 Visual Basic for Applications）はエクセルのマクロ機能で利用する。車両等により圃場を走行して収集した、走行経路の緯度、経度、高度の測位データから、Excel 上で高低差マップを生成する。
２）高低差マップの生成のために、数センチ精度の高精度衛星測位装置（RTK（リアルタイムキネマティック）-GNSS 受信機）を装着した車両（図１左上）を用いる。この車両を用いて圃場内を走行しながら、受信機から出力される測位データをPC、タブレットに通信ソフトを用いて保存し、そのデータから必要な情報をCSV ファイルに保存する（図１右上）。Excel からマクロファイルを起動し、指示に従い、基準地点の設定、CSV ファイルを読み込むと、高低差マップとともに、均平作業の目安となる高低差の分布ヒストグラムが提示される（図１右中）。圃場内高低差データの収集のみを目的として走行する場合に要する時間は図 1 の条件で約 10 分/ha、Excel マクロでマップを作成する作業時間（データ変換・マップ作成）は約 10 分である。
3）GNSS 車両による圃場高低差情報取得の実用性を検証するために、測量を対照として計測精度と計測にかかる時間を比較した。測量値との誤差の平均値は 1.1cm、標準偏差は 1.4cm と精度は十分であり、必要な人員が少なく、作業速度が早い等のメリットもあった。
4）同一オペレータによる比較を行った結果、高低差マップの提示により同程度まで均平する場合は作業時間が短く、作業時間が同程度の場合はより高い水準で均平できた。また、マップ非提示では凹凸を小さく見積もってしまい、均平度 80%以下と均平が不十分な場合があったが、作業前に高低差マップで凹凸を正確に把握することにより、十分な作業精度を確保できた（表 1）。
5）均平改善度が小さい場合は高低差マップ提示による作業時間短縮効果が大きかった（図２）。一方、均平改善度が大きい場合は運土量が大きくなるため、作業時間短縮効果は小さかったが、オペレータからは凹凸が視覚的にわかるので、均平すべきところが把握できて良いと評価された。高低差マップは圃場内の凹凸を視覚化することで均平作業における経路判断に役立つだけではなく、前年整地などで比較的凹凸の小さい圃場では作業時間の短縮を見込める。

＜具体的データ＞



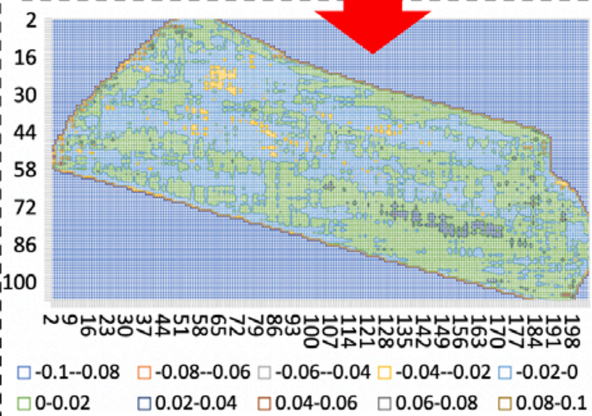
①トラクタ、バギー等の車両（上）に GNSS 受信機を搭載して圃場を走行。（試験では往復走行間隔は 5 m 程度、受信機のデータサンプリング間隔 1Hz で調査）

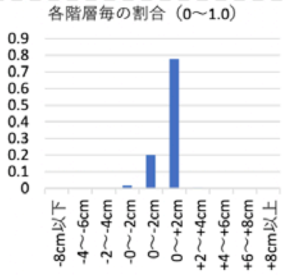
取得データ例（NMEA0183 規格抜粋）

$GPGGA, 085120.307, 4300.2886, N, 14124.6945, E, 4, 08, 1.0, 70.71, M, 35.9, M, , 0000*5E

緯度　経度　フラグ　高度

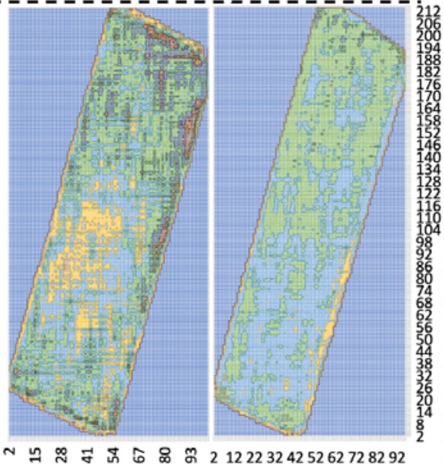
②PC 等の通信ソフトウェアでデータを取得、測位状態のフラグが 4（RTK）になっていることを確認し、緯度(ddmm.mm…)、経度(dddmm.mm…)、高度を CSV 形式で保存する。





③作成した CSV データを Excel マクロで処理する。高低差マップ(左)と高低差割合のヒストグラム(右)を Excel 上に表示する。

均平前後の高低差マップの実例→
（左：均平前、右：均平後）



GGAメッセージの位置特定品質フラグの例

フラグ	品質	高低差マップへの利用
0	無効	不可（データなし）
1	GPS	不可（精度が不足）
2	DGPS	不可（精度が不足）
4	RTK-GPS	可
5	Float	不可（精度が不足）

マクロの動作が確認できているPC環境

OS	Windows10 Pro
CPU	Intel Core i5（第7世代、1.2GHz）
メモリ	4GB
Excel	Office365の最新バージョン

図１　高低差マップの作成手順と実例

表1　高低差マップ提示の有無による均平作業の比較

経営	前年整地	高低差マップ	圃場面積 (a)	作業時間 (min/10a)	均平度 (%) 均平前	均平度 (%) 均平後	標準偏差 (cm) 均平前	標準偏差 (cm) 均平後	図2のマーカー
C法人 (A市)	なし	非提示	66	17.1	83.8	91.5	±2.24	±1.68	○
	なし	提示	62	9.8	86.0	94.1	±2.33	±1.38	●
	あり	非提示	72	13.1	76.3	78.7	±2.45	±2.06	△
	あり	提示	75	14.1	79.2	92.4	±1.99	±1.47	▲
T法人 (B町)	なし	非提示	132	24.9	59.5	92.1	±3.13	±1.43	□
	なし	提示	132	22.5	65.9	91.9	±2.83	±1.48	■

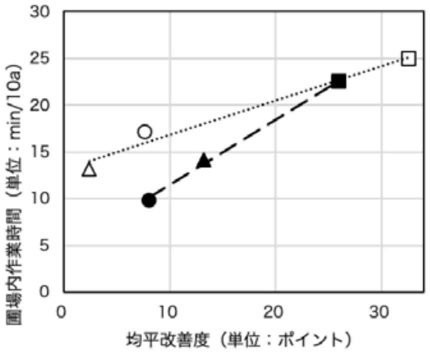


図2　均平改善度と圃場内作業時間の関係

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

・水田での均平機の利用時に活用する。
・Excel マクロの提供希望者は、農研機構北農研事業化推進室まで問い合わせること。
・この Excel マクロは Windows 上の Excel でのみ動作する。macOS、Linux 等の OS では動作しない。
・本研究は生研支援センター委託「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」で実施した。

２）残された問題とその対応　なし

８．研究成果の発表等

・長南ら（2019）農研機構研究報告北海道農研，207，51-78
・吉田ら（2019）農研機構普及成果情報「北海道における水稲乾田直播栽培の前年整地体系と高低差マップ」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/harc/2018/18_001.html