

# 水田園芸排水対策における傾斜施工の効果

## 1 はじめに

水田園芸において排水対策は最も重要な課題です。排水対策として、明渠や高畦および暗渠が基本ですが、傾斜施工の排水効果について福井県内の重粘質土壌の水田において2年間実証しましたので報告します。

## 2 技術内容

令和4年度から水田園芸排水対策としてICTブルやGPSレベラーでの傾斜施工を実証しました。

排水状況を確認したり、テンシオメーターでpF値の変化を見て排水効果の検証や、作物の収量向上効果について検証しました。

### 1) 傾斜施工後の状況

(R3)

施工した後に大雨が降った後の写真が図1です。対照区は、まばらに水が溜まっているのに対し、傾斜施工区は高いところからスムーズに低いところに流れているため、大雨直後でも高低の高い方には水が溜まっていません。



図1 大雨後の状況 (R4)

(R4)

対照区は低い部分に水が溜まっていますが、傾斜施工区は排水側に水が流れていました(図2)。



図2 強雨後の状況 (R5)

### 2) 大雨直後の傾斜施工の効果について (R4)

農業試験場内で傾斜施工圃場を造成し (ICTブル、0.3%勾配)、5/16~8/31まで、pF値を調査しました (地下10cm)。

- ・ pF 値は、傾斜施工区が常に 0.1 から 0.2 程度高く推移しました（図 3～6）。
- ・ やや強い雨の直後（6/25、7/4、8/5、8/21）は、傾斜施工区の pF 値の変化は対照区と比べ小さくなりました（図 3～6）。
- ・ 降雨後の回復も、傾斜施工区の方が早く、pF1.7（適正值）に回復したのも、対照区と比較し、21 時間程度早くなりました（図 3～7）。

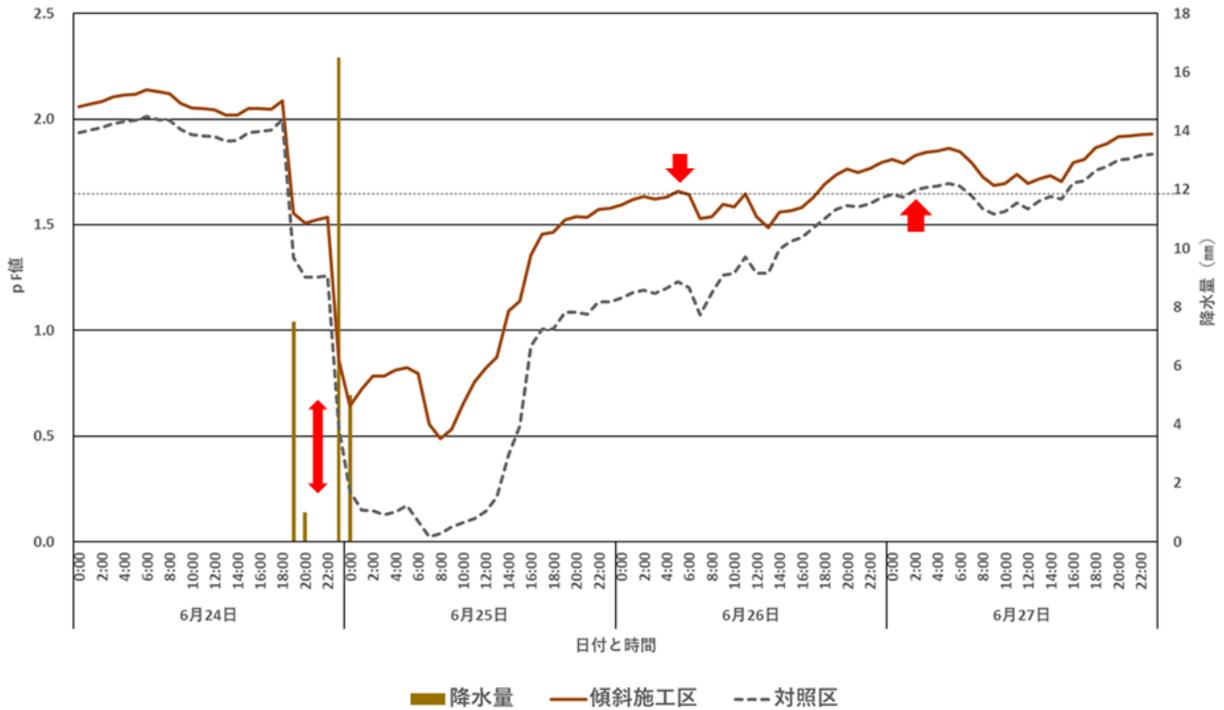


図 3 強雨後の pF 値の推移（6/24～27）

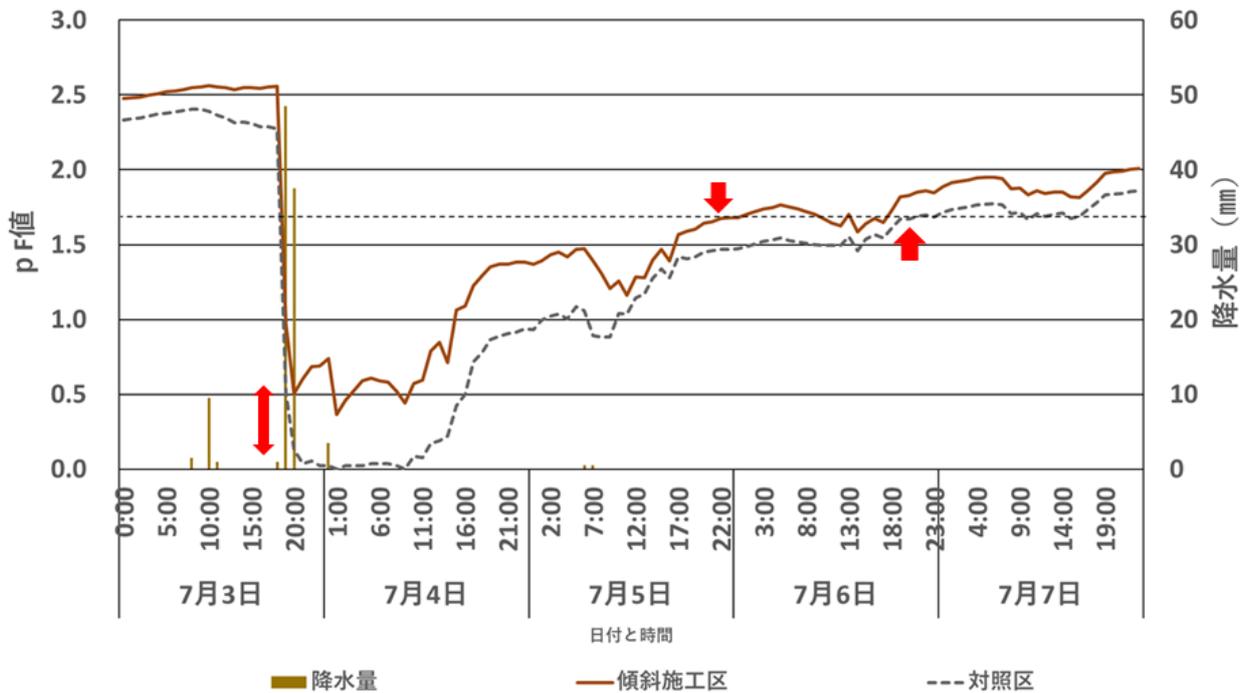


図 4 強雨後の pF 値の推移（7/3～7）

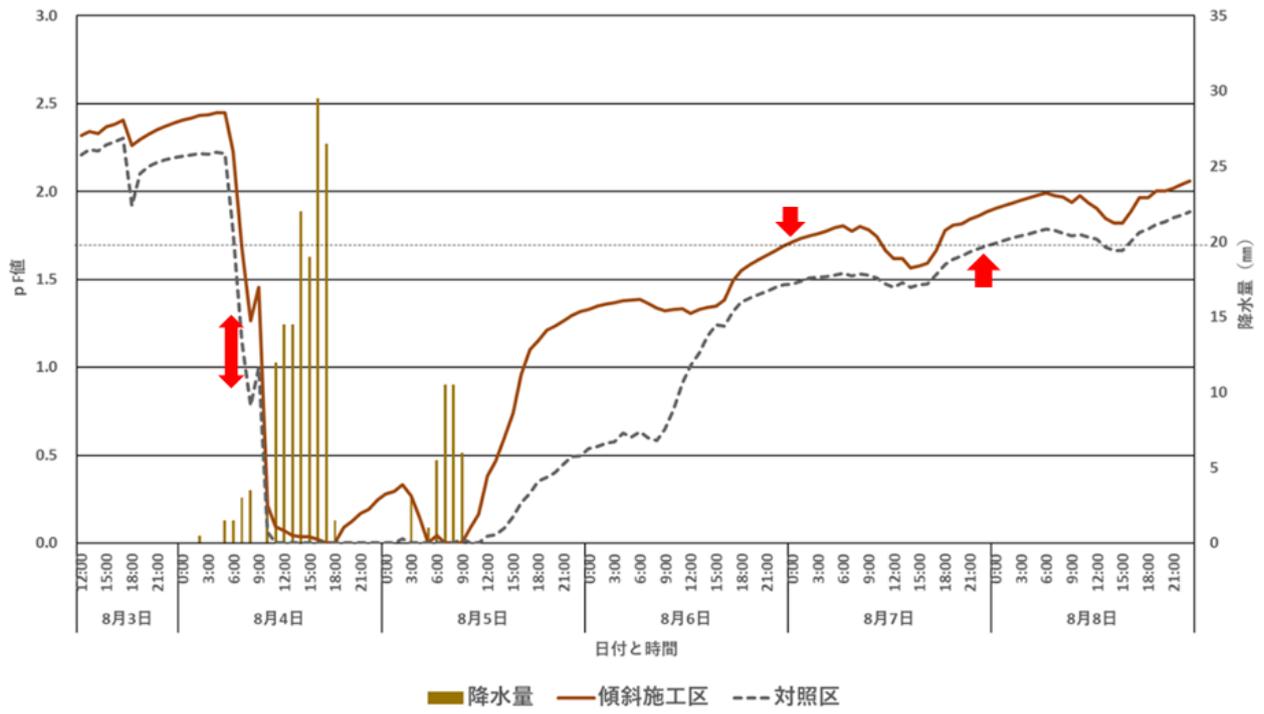


図5 強雨後のpF値の推移 (8/3~8)

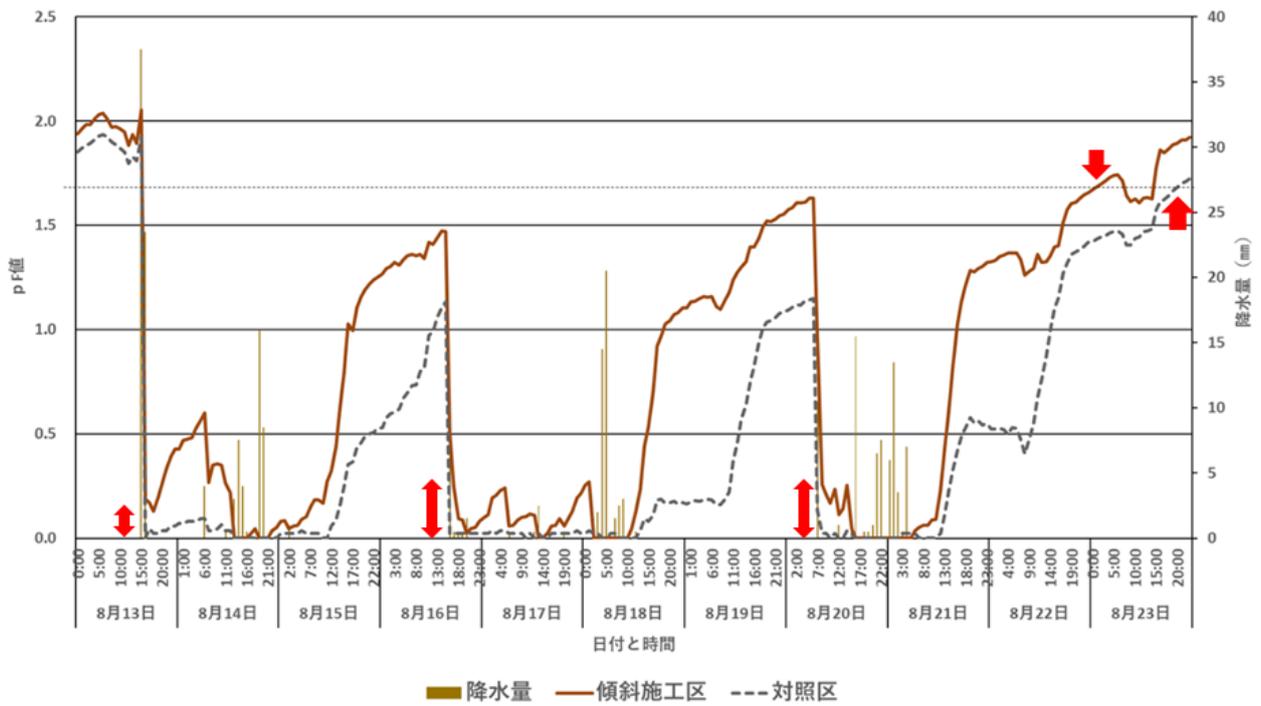


図6 強雨後のpF値の推移 (8/13~23)

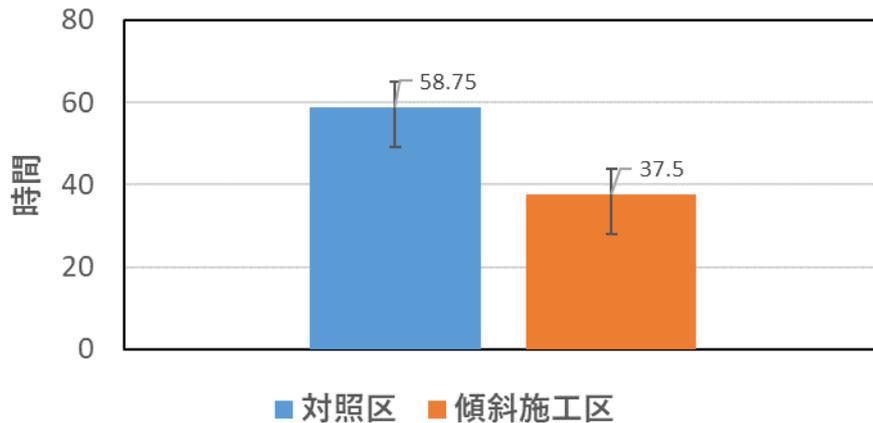


図7 降雨終了からpF値1.7(最適値)までの時間  
(6/25、7/4、8/5、8/21のやや強い雨以上の降雨時の平均)

※ pF値1.7~2.3までが植物にはストレスが当たらず良い環境にあります

下図は、大雨後の写真です。大雨直後時は、対照区が全面に土壌が浸かっていますが、傾斜施工区は、低い方は完全に浸かっていますが、高い方は田面が少し見え低い方に流れているのがわかります(図8)。その3日後、傾斜施工区は水が少し残っていますが、対照区は水溜りが多く残っていました(図9)。

傾斜施工による表面排水の効果が確認できます。



図8 大雨時の排水状況(高い方)



図9 大雨3日後の様子(高い方)

### 3) 傾斜施工後のレタス栽培の収量(R3)

傾斜施工区は初期生育が良く、収量調査において、玉の大きさは、対照区よりも傾斜施工区の方が大きくなり、重量、規格ともに大きくなりました(表1)。

表 1 傾斜施工による収量、規格等への影響（令和 3 年）

区名	球高 (cm)	長球径 (cm)	短球径 (cm)	調製重 (g/個)	計算収量 (kg/10a)	規格 (%)		
						2L	L	M
対照区	15.1	18.9	15.9	530.3	2,499	72.3	15.8	11.9
傾斜施工区	16.5	19.1	16.6	669.5	3,184	84.5	15.5	0
(傾斜区高い方)	16.6	18.9	16.2	660.6	3,141	83.3	16.7	0
(傾斜区中央)	16.8	19.1	16.9	684.4	3,255	77.7	22.3	0
(傾斜区低い方)	16.4	19.4	16.4	656.0	3,119	95.8	4.2	0

#### 4) 傾斜施工方法

傾斜は、ICTブル、GPSレベラー、レーザーレベラーで施工できます。各機械の特長は、表 2 のとおりです。

表 2 傾斜施工機械の比較表

	レーザーレベラー	GPSレベラー	ICTブル
金額	・約 450 万円（作業機のみ）	・約 600 万円（作業機のみ）	・2600 万円（本体込み）
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発光器の移動、設置作業が必要</li> <li>・作業によって作業時間、均平の仕上がりにばらつきがある</li> <li>・圃場が大きいとレーザーが途切れることがある</li> <li>・近くのレーザーを受けて誤作動することがある</li> <li>・圃場の高低差を計測するのに労力を要する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NOSAI 福井の RTK 基地局を利用できるが、5km 圏外で高低差については誤差が発生する。</li> <li>・レーザーレベラーより導入コストが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NOSAI 福井の RTK 基地局を利用できるが、5km 圏外で高低差については誤差が発生する</li> </ul>
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・場所に左右されない</li> <li>・県内に導入多数あり</li> <li>・GPS より安価に導入することができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発光器を設置する労力がなくなり、レーザー混線による誤作動がない</li> <li>・付属ソフトで、トラクタで走るだけで測量し、高低差マップができる</li> <li>・高低差マップにより、ムダな動きが少なくなり作業時間が短縮できる</li> <li>・高低差マップで施工結果が確認・管理しやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレードが自動で制御して作動し、作業性が高い</li> </ul>

##### ① ICTブルの仕様

ICTブルとは、衛星情報から位置情報を把握しブレードの高さを自動でコントロールできるブルドーザのことです。

ICTブル（D21PL-8、ゴムクローラ）の仕様概要は以下のとおりです（カタログ値）。

全長 4745mm、

全幅（本体/ブレード＝排土板）1990mm/2490mm

全高（キャブ上面）2580mm

機械質量 5535kg  
 定格出力 36.8kW (50PS)  
 走行速度 (変速、前進 km/h / 後進 km/h)  
     1 速、2.4 / 2.6  
     2 速、4.3 / 4.7  
     3 速、7.1 / 7.8  
 接地圧 29.8kPa (0.30kgf/cm<sup>2</sup>)  
 最小旋回半径 2.4m



図10 ICTブルの作業風景

## ② GPSレベラーの仕様

GPSレベラーとは、高精度GPS測位方式を利用した、高低マップ機能付レベラーです。圃場の外形と高低差をGPS衛星を利用して測量し、高低マップ、切土・盛土表、高線図などを作成するソフトウェアを使うことにより高精度均平作業ができます。

レーザーレベラーとの違いは、高低差をレーザー送受信機で測るかGPSで測るかの違いだけです。GPSレベラーは、Ntrip<sub>※1</sub>を利用することで、移動基地局を設置する必要がなく、レーザーレベラーのようにレーザー発光機の設置も、必要ありません。作業部のレベラーは、レーザーレベラーと同じレベラーです。

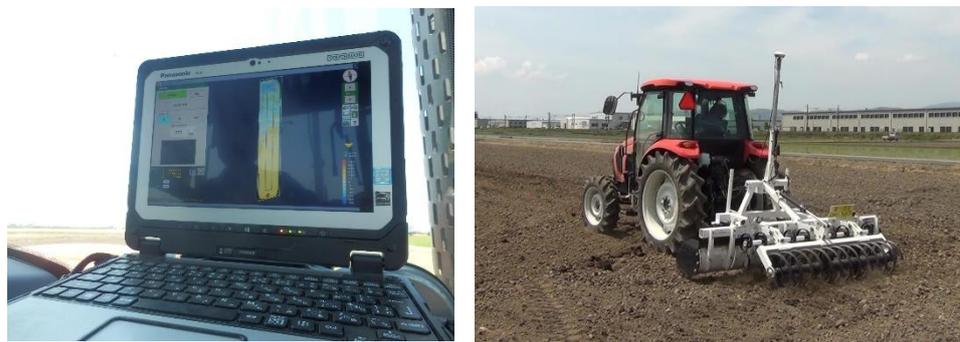


図11 GPSレベラーの表示画面と作業状況

## 5) 傾斜施工作業の手順

①本実証は、ICTブル、GPSレベラーを用いて行っていますが、レーザーレベラーでも傾斜施工は可能です。作業は以下の手順で行います。

- 圃場の選定**
- ↓
  - ↓
  - ・傾斜施工後は3年程度、傾斜が維持されるので転作固定できる圃場。
  - ・排水口の高さを傾斜に合わせて低くできる圃場。
  - ・NOSAI 福井のRTK 基地局 (Ntrip<sub>※1</sub>) から5km圏内の圃場。

- 圃場耕うん**
- ↓
  - (ロータリ耕うんで、全作物等を細断し、土中に埋没。耕うんから圃場踏圧までの期間はよく乾かすこと。)

- 砕土**
- ↓
  - (パーティカルハロー等で、土塊の砕土率は60%以上(表層5cm以内における直径2cm以下の土塊割合:1円玉以下の割合)とすること。)

**機械の設定等**

(Ntrip<sub>※1</sub>の接続と傾斜施工の設定を行う。Ntrip<sub>※1</sub>方式を用いない場合はGNSSの基地局を設置し設定する)



**圃場傾斜施工 (運土、踏圧)**

(Ntrip<sub>※1</sub>を利用し均平板の高さを調整し、均平板で作土を移動)



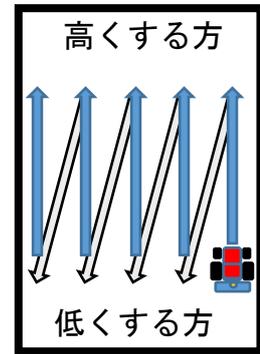
**圃場脇の土慣らし、額縁明渠、明渠の施工**

額縁と傾斜施工した部分の段差が生じるためハローで圃場周りを均平化し、その後額縁明渠、明渠を施工。



**排水口の高さ調整**

傾斜に合わせて低くする



青：前進 白：後進

図12 作業方向

※1 . . . GNSS補正データをインターネット利用し送受信するための規格のことです。基地局が福井県では5カ所設けられ、県内をカバーしていますが、高さを調整する場合は基地局からの距離が5km以内であることが必要です。

②傾斜角度

目標傾斜角度は0.2%としました(図13)。

傾斜の効果は一般的に、0.05% (高低差5cm) 以上あれば良いと言われていま

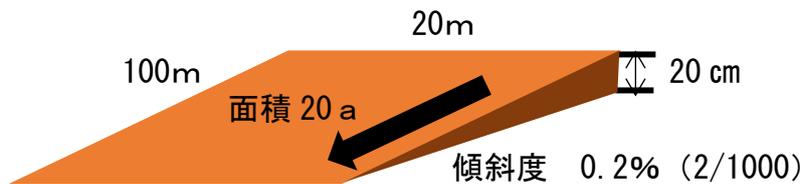


図13 傾斜角度

す(参考文献:若杉晃介ら(2006)、転換畑の圃場面傾斜化による排水・灌漑促進効果、農工研技報204、185~193)。

(R3 ICTブル) 場所:福井市清水山町 Ntrip基地局から7.6km

傾斜は0.2% (高低差20cm/100m)を目標に施工しましたが、平均で0.15% (高低差15.1cm/100m) (図14)、最大で0.2% (高低差21.3cm/100m) 最小で0.08% (高低差7.8cm/100m) でした。

どうして低いところが出るかというと、施工前に高くする方と低くする方が低く中央が盛り上がっている場合、土量が不足し高さが出にくくなるためです。また、明渠があったところなど低すぎる場所などがある場合に、傾斜がでにくい結果となりました。

傾斜作業をする場合、Ntrip基地局から5km圏内ということであったが、7.6kmでも問題はありませんでした。

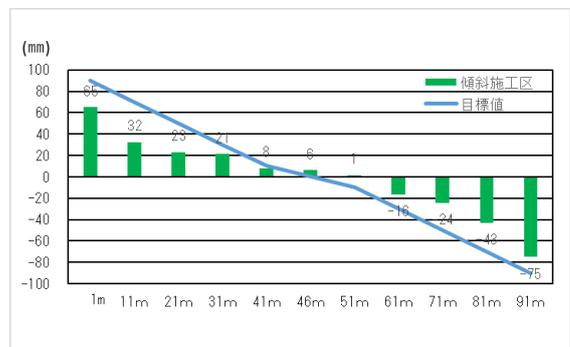


図14 傾斜の測量値 (R4)

(R4 GPSレベラー) 場所 坂井市春江町沖布目 基地局から 2.6 km

今回の傾斜角度は、0.15% (高低差 15.0 cm/100m) (図 15)、最大で 0.19% (高低差 18.7 cm/100m)、最小で 0.14% (高低差 13.8cm/100m) でした。

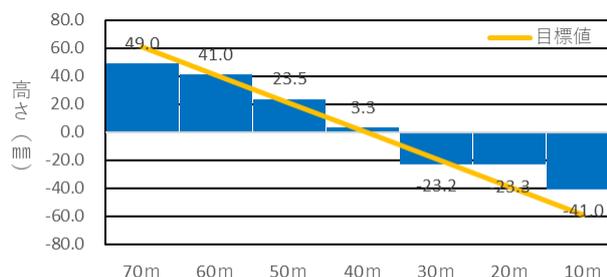


図 15 傾斜施工区の測量値

### ③ 造成時間

ICTブルでは 30a を 1 人で 6 時間かかりました。

GPSレベラーでは 20a を 1 人で 3 時間 10 分かかりました。一般的にレーザーレベラーでは傾斜角度 0.1% (高低差 10cm) で 11.2 時間/ha 程度かかっています (参考文献: 若杉晃介ら (2006)、効率的な傾斜化圃場造成技術の開発、農工研技報 204、195~202)。慣れていないので設定に時間を要しました。

## 3 技術の効果およびコスト

以上のことから、傾斜施工による表面排水の効果が確認でき、排水対策技術につながるということがわかりました。GPSレベラーは ICTブルと遜色なく施工できました。

傾斜施工後の圃場を元の均平な圃場に戻すには、傾斜施工と同程度の労力がかかるため、傾斜が維持される 3 年程度 (参考文献: 若杉晃介ら (2006)、転換畑の圃場面傾斜化による排水・灌漑促進効果、農工研技報 204、185~193) は水田園芸を実施することが望ましいと考えられます。

表 4 購入時のコスト

	使用機械	価格、減価償却費 <sup>※1</sup>
購入	ICTブル	2,600 万円、年間 156 万円 <sup>※2</sup>
	GPSレベラー (作業機のみ) <sup>※3</sup>	600 万円、年間 78 万円
	レーザーレベラー (作業機のみ)	440 万円、年間 57 万円

※1 購入金額についてはメーカー問い合わせ (2022.12 現在)

※2 ICTブルの減価償却費は 15 年で償却すると仮定した場合

※3 GPSレベラーは、別途に Ntrip の初期導入費 4~10 万円 (スマホ+Bluetooth 受信機+登録手数料) と年間維持費 26,400 円が必要です。

[その他]

研究課題名: 水田園芸における傾斜施工による排水対策

研究期間: 令和 3~4 年

研究担当者: 農試 次世代技術研究部 スマート農業研究グループ  
佐賀泰孝、山口泰弘