

レーザー均平機による圃場均平技術

中井 譲・山下 勝男・伊藤 久司

Development of Field Levelling Techniques Using Laser Beam Leveller

Joe NAKAI, Katsuo YAMASHITA and Hisashi ITO

1. 緒 言

水稲栽培では、湛水時の施肥、除草効果を高め、均一な生育を確保するため、高い均平度が要求される。しかし、田畑輪換や近年の圃場の大区画化など圃場の均平性を阻害する要因が増加している。

一般に、営農的な水田均平作業は、耕起時や代かき時の運土により行われている。しかし、乾田状態で圃場の均平程度を目測で判断することは難しく、十数m四方の狭い範囲を除き、圃場全体の凹凸や傾斜程度の判定は非常に困難である。

また、浅水の湛水状態では水面を基準として圃場の高低を判断することは比較的容易で、代かき時に行われる均平作業はこれを利用しているが、水量が適切でなかったり、風が強い場合は正確な判断ができない。

以上のことから、簡易に使用でき、高精度な営農均平作業機の開発が望まれている。そこで、トラクタアタッチメント方式のレーザー均平機を開発したので報告する。

2. 材料および方法

1) 開発したレーザー均平機の概要

図1に示すように、レーザー均平機は乗用トラクタ(30ps)に均平装置(ランドレベラ)、レーザー受光器、レーザー表示器、コントロールボックスを取り付けたものである(各装置の形式、仕様は表1のとおり)。レーザー光線はレーザー発光器から発射され、垂直軸のまわりを回転することにより、一つの基準面を形成する。次に、このレーザー光は均平装置に装着したレーザー受光器でキャッチされる。受光器は、基準面と排土板の位置との高低差を検出して、トラクタの運転席の前方に装置したレーザー表示器に表示される。この高低差を電気信号に変え、コントロールボックスを介して油圧シリンダを自動制御し、三点リンクヒッチに取り付けられたランドレベラを昇降するようになっている。

なお、均平作業に先立って、レーザー発光器と測量機(図1)によって圃場面の水準測量を行い、平均高度と高低マップを求めた。

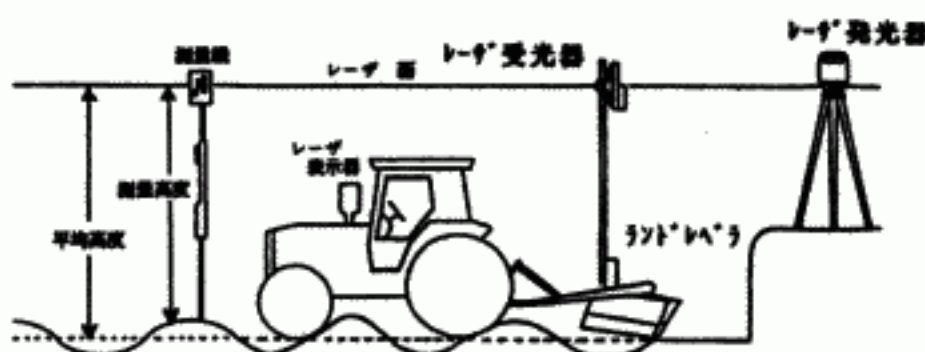


図1 均平作業の模式図

表1 各装置の形式・仕様

トラクタ	Y社 FX305 (30ps)
ランドレベラ	S社 TL-H3 (全幅2.34m)
レーザーマシン	SF社レーザー発光器(レーザーブレン LP-350)
コントロール	SF社レーザー受光器(R2S-S)
システム	SF社レーザー表示器(D2-12/24)
	SF社コントロールボックス(CA600S)

2) 均平度の評価法

均平度の評価法として、圃場全体において水準測量機により5～10m間隔の格子交点で標高を測定し、標準偏差を算出する方法がある。

土地改良事業の設計基準では、「仕上がり時に10a当たり7点以上の水準測量を行い、基準面に対して±5cm以内とする。」としている¹⁾。

一方、水稻栽培面からは、苗を5葉期に移植して湛水深と生育量との関係を調べたライシメータ実験では、幼穂形成期までの生育ステージにおいて、湛水深5～15cmの範囲に乾物重のピークが見られるとしている²⁾。これから、均平の許容限界は基準面±5cmに置き換えることができる。

山路氏は、標高値データの変動幅を標準偏差で表現すると、変動幅の範囲を99%とした場合、「標準偏差σは、変動幅では基準面±(σ×2.58)mm」と読みかえることができるとしている³⁾。これはすなわち、基準面±5cmという変動幅基準は、標準偏差19.4mmにほぼ等しいということである。

したがって、本試験における仕上がり時の均平度の目標を「標準偏差2cm」以下とした。

3) 試験方法

(1) 場内試験

平成6年4月に農業試験場内211号田(長辺80m, 短辺20m, 面積16a)で性能試験を行った。試験に先立って、均平作業と直角の方向に4m間隔の凹凸(不陸状態)を人工的につくり出した。試験区は表2のとおり2区設け、均平作業前に、ロータリに塩ビパイプ製ローラを取り付け、耕起と同時に鎮圧を行った区とロータリ耕起のみの区に分けた。また、均平作業後にはロータリ耕起と同時に鎮圧を行った。

なお、それぞれの作業後に水準測量を2m千鳥メッ

シュで行い、平均高度、標準偏差、最大高低差の推移を調査した。

(2) 現地試験

平成6年11月に蒲生町横山の大区画圃場(長辺118m, 短辺83m, 面積96.9a)で性能試験を行った。試験区は表3のとおりロータリ耕起後にK型ローラによる鎮圧を加えた区と加えない区とに分けた。

なお、均平作業前に水準測量を行ったところ、鎮圧区では圃場の周囲の高度が中央部よりかなり高かったため、まず、短辺方向に均平作業を行い、土を中央部に運搬した後に長辺方向に作業を行った。無鎮圧区では圃場の長辺方向に均平作業を行った後に同じく長辺方向に仕上げ作業を行った。なお、場内試験と同様に、それぞれの作業後に10mメッシュで水準測量を行い、平均高度、標準偏差、最大高低差の推移を調査した。

3. 結果および考察

表4に場内試験の結果を示す。不陸状態での均平度は、鎮圧区では標準偏差が54.5mm, 最大高低差が177mm, 無鎮圧区では標準偏差が60.2mm, 最大高低差が224mmと均平度が極めて悪い状態であった。

均平作業は地盤の圧密沈下を伴うため、作業基準面は均平前の水準測量で求めた平均高度より低くする必要はあるが、基準面を下げすぎると残土が生じ、これの戻し作業を必要とし、逆に基準面が高すぎると土量不足となり、再度施工基準面を設定し直して作業を行う必要があり、作業能率がそれだけ低下する。

このため、基準面の設定を2から3段階に変えて均平作業を行ったところ、無鎮圧区では平均高度-25mm, 鎮圧区では、平均高度±0mmが適切と考えられた。

表2 作業方法(場内試験)

試験区	均 平 作 業 法
鎮 圧 区	不陸状態→ロータリ耕起・鎮圧 → 均平作業(4速) → ロータリ耕起・鎮圧
無鎮圧区	不陸状態→ロータリ耕起 → 均平作業(4速) → ロータリ耕起・鎮圧

表3 作業方法(場内試験)

試験区	均 平 作 業 法
鎮 圧 区	ロータリ耕起 → 鎮圧 → 均平作業(4速)
無鎮圧区	ロータリ耕起 → 均平作業(4速)

均平作業後に水準測量を行ったところ、標準偏差が鎮圧区では24.0mm、無鎮圧区では24.2mmと均平程度が大幅に向上した。さらに、その後ロータリ耕起と同時に鎮圧を行ったところ、標準偏差が鎮圧区で16.6mm、無鎮圧区で17.5mmに向上し、最大高低差も鎮圧区で117mmから53mmに、無鎮圧区で99mmから76mmとそれぞれ減少し、部分的な凹凸も解消された。

表5に現地試験の結果を示す。ロータリ耕起後の標準偏差は鎮圧区では24.0mm、無鎮圧区では26.6mmであった。なお、鎮圧区ではロータリ耕起後にK型ローラで鎮圧を行ったところ、標準偏差が22.8mmと均平度がやや向上し、平均高度が33mm下がった。均平作業後の均平度は、鎮圧区が標準偏差15.5mm、無鎮圧区が同18.5mmと目標を上回った。

表6に均平作業能率を示す。均平作業は4速(0.44m/s)から6速(0.84m/s)で行ったが、5速(0.68m/s)以上になると、自動均平機昇降装置の応答が遅れ、凸部を必要以上に削ることが見られたため、4速を中心に行った。その結果、1回当たりの圃場作業量は18.0a/hrとなったが、2回作業を必要としたため、延べ圃場内労働時間は、10a当たり1.11時間を要した。

以上のとおり、試作したレーザ均平機は、作業前に水準測量を行い、この結果をもとにして作業を行うことにより効率的な作業が可能であり、均平作業後の標準偏差は、場内・現地試験とも均平度の目標である2cm以下となり、その有効性が認められた。

なお、均平作業時における作物残さ(稲わら、刈り株など)の移動・集積を軽減するため、あらかじめロータリで耕起し、土壌と良く混合させておくことが大切である。

今後の課題として、均平作業による地盤沈下量は、レーザ均平機の諸元、土壌の種類、水田基盤の強度、作業時の土壌水分、作物残さの処理法等によって異なるので、今後、経験的にデータを積み上げていくことが必要である。

謝 辞

レーザ装置とトラクタ油圧制御部との結合に関してヤンマー農機株式会社の協力を賜った。ここに記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 滋賀県一般工事等工事必携 第7章 ほ場整備工, p342
- 2) Murugaboopathi, C.: Study On Large - Sized Paddy Field Using Direct Seeding Supported by Subsurface Irrigation System, 東京大学学位論文, p112 (1988)
- 3) 山路永司: 大区画水田の均平, 農土誌 第57巻 第3号, p18~19 (1989)

表4 均平度の推移(場内試験)

単位: mm

試験区	調査時期	平均高度	標準偏差	最大値	最小値	最大高低差
鎮 圧 区	不陸状態	0	54.5	78	-99	177
	ロータリ耕起・鎮圧後	12	35.7	46	-75	121
	均平作業後	11	24.0	69	-48	117
	ロータリ耕起・鎮圧後	4	16.6	26	-27	53
無鎮圧区	不陸状態	0	60.2	120	-104	224
	ロータリ耕起後	30	42.4	83	-83	166
	均平作業後	15	24.2	56	-43	99
	ロータリ耕起・鎮圧後	7	17.5	25	-51	76

注) 平均高度は均平作業前の平均高度を0(基準)とした相対的数値
最大値・最小値はそれぞれの作業後の平均高度を0(基準)とした相対的数値

表6 均平作業能率(現地試験)

作業幅	m	2.34
作業速度	m/s	0.44~0.84
圃場作業量	a/hr	18.0
作業回数	回	2
人 員	人	1
延圃場内労働時間	hr/10a	1.11

表5 均平度の推移(現地試験)

単位: mm

試験区	調査時期	平均高度	標準偏差	最大値	最小値	最大高低差
鎮 圧 区	ロータリ耕起後	0	24.0	60	-42	102
	鎮圧作業後	-33	22.8	47	-48	95
	均平作業後	-44	15.5	43	-31	74
無鎮圧区	ロータリ耕起後	0	26.6	65	-67	132
	均平作業後	-40	18.5	42	-38	80

注) 平均高度は均平作業前の平均高度を0(基準)とした相対的数値
最大値・最小値はそれぞれの作業後の平均高度を0(基準)とした相対的数値