

レーザー均平技術の現状と活用事例

—— 水田の耕盤と田面の省力的均平技術 ——

藤 森 新 作*・小 澤 良 夫**

1. はじめに

水田圃場の均平化は、適正な水管理および作物の生育管理を行ううえで重要である。しかし、圃場整備事業等で均平化された圃場も年月を経ると不陸が発生し、代かきやトラクタによる運土作業を営農用の農業機械のみで行うことは困難である。とくに、省力的な栽培方法として注目されている直播栽培に必要な均平度を確保するのは容易でない。さらに、農家段階でも畦抜き等による区画の統合を行う動きもみられ、比較的段差の少ない圃場における新たな均平法が求められている。そこで、ゴムクローラートラクタとレーザーレベラー等による、耕盤と田面を均平化する工法を紹介する(図1)。本工法に用いられる機材は1995年に開発され、その後、現地実証の結果を踏まえ改良が加えられた。

本工法の開発はすでに本誌70巻12号¹⁾で紹介した。その後、全国的な注目を集め、開発メーカーには各地から実証展示の依頼があった。開発初年の95年秋から96年春までの実証地区は、69カ所、238haであったが、96年秋から97年春までには148カ所、758haと約3倍に急増した。また、97年6月に福井県坂井町で開催された直播サミットでは、各トラクタメーカーがレーザー対応型のトラクタを発表し、圃場造りにおいては、世はまさにレーザー時代といった観を呈している。

本稿では、96年秋に発売が開始されて以来、農家や県公社等に導入された約50セットが営農段階で果たしている効果を検証するとともに、圃場整備等の基盤整備において、どのように活用されているのかについて、その実態を報告する。

2. 全自動レーザーシステムの概要

全自動レーザーシステムは、図2に示すように圃場外に設置したレーザー発光器からの光線を作業機側に取り付けしたレーザー受光器で受け、作業機の高さをトラクタ内に設置したコントローラーとディスプレイに電気送信する。コントローラーはトラクタの油圧機構に指示を出し、トラクタの3点リンクが自動的に上下し、作業機をレーザー

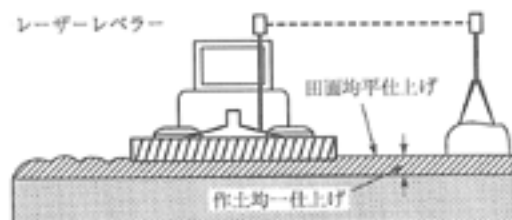
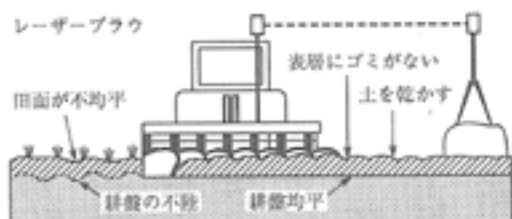


図1 レーザーブラウとレベラーによる均平工法(営農均平の場合)

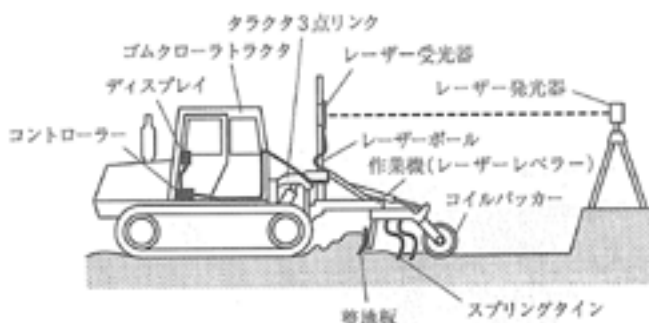


図2 全自動レーザーシステムの概要

* 農林水産省農業研究センター (Shinsaku Fujimori)

** スガノ農機株式会社 (Yoshio Ozawa)

光線の飛んでいる高さに常に制御する。

各メーカーのトラクタは、コントローラーの内容に差異はあるが、基本的には同様のシステムとなっている。レーザー発光器の作業可能到達距離は半径200~300mであり、その水平精度は±8~15mmである。

3. 機械の諸元

(1) トラクタ

本均平工法では、ゴムクローラー型トラクタを用いることが多い。この要因はトラクタの接地圧が0.13~0.15 kgf/cm²と人間の足の接地圧より小さく、過転圧の心配がないことと、同馬力のホイール型トラクタと比較して牽引力が3.5~7倍と大きいこと、作業能率を高めることができることによる。また、最近では、ハーフクローラー型トラクタが発売され、さらに既存のホイール型トラクタに後付けできるコントローラーが開発、販売されており、利用トラクタの範囲が広がってきている。

(2) レーザーブラウ

レーザーブラウは、開発当初はリバーシブルタイプであったが、現在はワンウェイタイプが主流となっている(写真1)。これは、トラクタとの重量バランスを図ることが大きい理由となっている。また、移動および格納時の取り扱い性を向上させるために、折り畳み式に改良されている(写真2)。作業幅はトラクタの能力によって、6連(1.8m)、7連(2.1m)、8連(2.4m)のいずれかを選択することができる。



写真1 レーザーブラウによる耕盤均平作業

ブラウ耕の目的は、①圃場を乾かす。②地上残査物をすべて鋲込む。③耕盤を均平にするの3点である。すなわち、レーザーレベラーによる均平作業時においては、圃場が乾燥状態にあることが作業能率と精度の向上面から望ましく、作土層を短時間に乾燥させる方法としては、ブラウによる反転耕が最も効率良く優れている。

また、圃場の低い所に地上残査物(稲藁、稲株など)を集めてしまうと、稲の健全な生育に障害を来す恐れがあるため、地上残査物を完全に鋲込むことが、地力保持の観点からも肝要である。

ブラウによる反転耕を行わずに圃場面の均平作業を行うと、作土層の厚みが不均一となり、稲の生育が揃わないこともある。したがって、レーザーブラウで耕盤を均平に反転し、反転された底土を移動して均平化を図る技術的発想が、当工法の特徴といえる。

レーザーブラウはオペレータに特別な技術がなくとも耕盤の均平精度を±2cm程度とすることができる(写真3)。

(3) レーザーレベラー

作業幅はトラクタの能力によって、3m、4m、5mのいずれかを選択できる。レーザーレベラーは、砕土、整地、均平、鎮圧の4種類の作業を一挙に行う作業機である。整地板の後方に取り付けられたスプリングタインとコイルバッカーによって砕土、鎮圧を行い整地板によって整地、均平の作業を行う(写真4)。強粘土土壌以外は、本作業機で乾田直播や無代かき移植が可能な砕土状態にな



写真2 折り畳み状態のレーザーブラウ

る。また、強粘土土壌についても、ハローがけを1度行えば砕土性が確保される。

機械の移動、格納時には折り畳むことができ、トラクタに装着した状態での移動も可能である(写真5)。さらに、畦際からの運土や畦際への運土作業ができるように、後方のコイルパッカーとスプリングタインを跳ね上げ方式としている(写



写真3 レーザーブラウによる耕盤均平状況

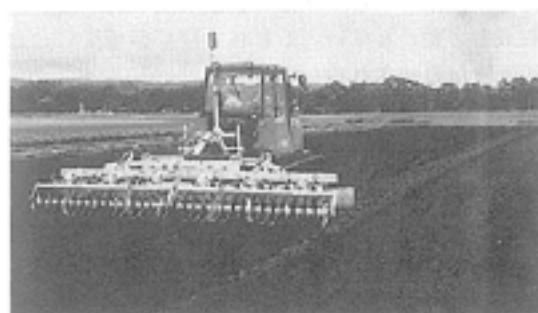


写真4 レーザーレベラーによる田面均平作業

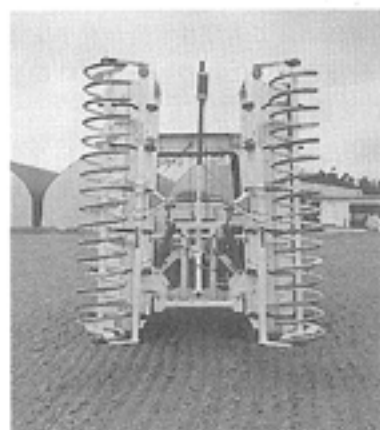


写真5 折り畳み状態のレーザーレベラー

真6)。

コイルパッカー等によって、表層から5~8 cmの位置に7~10 kgf/cm²の鎮圧層ができ、乾田直播時にはこの層が機械走行を保持し、播種深の均一化につながる。また、移植や湛水直播においても、この層が破壊されない限り機械走行が保持される。

レーザーレベラーもレーザーブラウと同様に、オペレータに特別な技術がなくとも精度の高い均平結果が得られる。

4. 均平精度および作業能率

福島県喜多方市豊川町のNY氏の1 ha (80 m × 125 m) 圃場において97年4月に実施した均平作業結果は、以下のとおりである。なお、当圃場は圃場整備後水稻を1作付けたが、最大高低差が112 mm、標準偏差が29 mmと不陸が大きいため、作業依頼(実証展示)を受けたものである(図3)。供試機械は、トラクタが125 psのゴムクロー



写真6 レーザーレベラーの畦際の作業状況

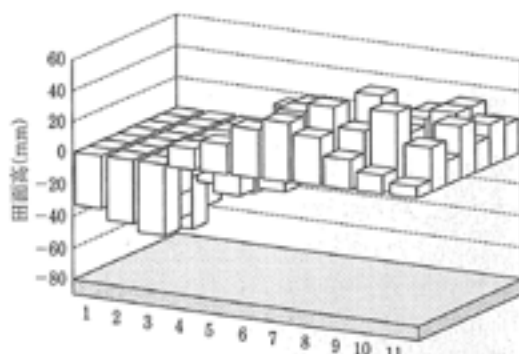


図3 均平作業前の田面状況

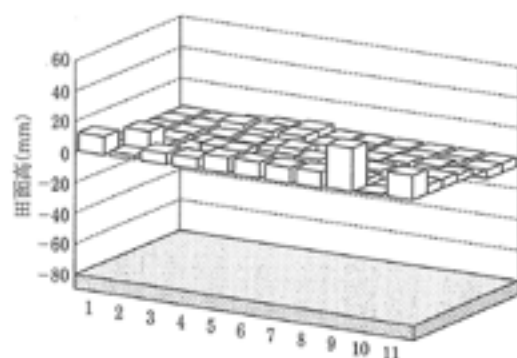


図4 均平作業後の田面状況

ラートラクタ、レーザーレベラーは5m幅である。

均平作業後の精度は、最大高低差が40mm、標準偏差が6.9mmとなった(図4)。作業能率は、31分/10aであった。なお、97年春に全国で実施したデーターをまとめると、作業前の高低差が10cmであった圃場の作業能率は32分/10aであった。

農研センターが谷和原圃場で行ったレーザーブルドーザ(湿地用9t、ブレード幅3m、ブレード手動式)による30a区画圃場における均平作業では、10a当たり40分以上を要している²⁾ことから、作業能率は高いといえよう。

5. 営農レベルでの効果

(1) 千葉県八千代市米本地区の事例

1) 代かき用水量の削減

当地区は、不陸が大きかったため、代かき時には田面の一番高いところが隠れるまで入水していた。このため、入水に時間を要し、さらには、畦畔からの漏水もあり大量の用水を必要としていた。しかし、レーザーレベラーで圃場面を均平、鎮圧することによって、従来より水回りが早くなり、また、田面水位を低く抑えることが可能となったため、用水量は従来の1/2から1/3に削減された。

田面の均平度を高めることで、代かき時の用水量が削減でき、一斉取水によるパイプラインの水圧低下等の問題もある程度解消されるものと期待されている。

2) 乾田直播における除草剤使用量の削減

均平状態の悪い従来の圃場では、発芽後約1カ月は乾田状態とし、十分な草丈を確保してから入水していた。このため、乾田期間中の除草剤散布は、播種後すぐに1回、発芽後に2回の計3回行っていた。しかし、レーザーレベラーによる均平度の向上によって、発芽後短期間で入水が可能となったため、除草剤散布は、播種後1回のみとなった。このことは、経営コストの削減に寄与するのみならず、環境問題上も大きな意義があることといえよう。

3) 冬期間のロータリー耕が不必要

従来の耕法では、稲刈り後翌春までに、秋、冬、春と最低3回のロータリー耕を行っていた。この目的の大半は雑草対策であったが、本均平工法を用いた場合には、秋にレーザーブラウで完全反転し、十分な乾燥状態としたうえで、冬期間から春先にかけてレーザーレベラーで均平作業を行うため、播種ないしは入水時期まではまったく除草対策を必要としない。これにより、機械走行費と人件費が節減されることになる。

4) 乾田直播における発芽、苗立率の向上

従来50~60%の発芽、苗立率であったが、均平度を向上することによって、80%を超える発芽、苗立率が確保された。これは、圃場面の均平化のみならず、表層が適度に鎮圧されることによって、播種深が安定したことも大きな要因である。加えて、表層土が細かく下層土が粗くなる本均平工法の特徴によって、保水性が従来より向上し、毛細管現象によって適度な水分が種子に供給されることや酸素吸収のための好条件を作り上げ幼苗発育のT/R値を等しくしていることなどであり、いくつかのメカニズムが重複された結果として発芽、苗立率が向上したと思われる。

(2) 秋田県大潟村および八竜町の事例

1) 無代かき移植による収量増加

秋田県農試では、過去6年間にわたって大潟村に代表される排水不良田における無代かき移植の有効性を実証研究してきている。大潟村と八竜町における本均平工法の実施面積は、96年が120ha、97年が500haと飛躍的に増加してきており、これに伴い、無代かき移植の実施面積も96年が

23 ha, 97年が81 haと増加してきている。

無代かき移植は、春作業時の移植と代かきの作業競合を解消する手だてとして有効であるが、均平精度が悪いと移植精度も悪くなる恐れがあった。しかし、本均平工法によって均平精度の問題が解消されたこともあり、実施面積が拡大された。また、面積拡大のもう1つの要因としては、96年に無代かき移植を実施した農家のすべてにおいて、高い収量結果を実現したことがある。なかには、「あきたこまち」を12俵/10aという事例もあった。移植栽培（普通作）で10俵が当地区の平均であることから、これはかなり良い結果である。

収量の増加要因としては、代かき過剰による酸素欠乏が回避され、稲個体が健全に生育し十分に根を張ることにより、穂長が長く、着粒数も多く、登熟が順調にいった結果であると考えられる。また、圃場面の均平のみならず、作土層が均一となったことにより、生育が揃い歩留まりを良くしたことも大きな原因であろう。

無代かき圃場では、元肥が切れる頃に地力窒素を吸収することができ、追肥の量を減らすことができることがある。こうした土中内のメカニズムはまだまだ研究を深めて行かなくてはならない。いずれにせよ、収量が増加したという事実は、現在の稲作農家の最も期待するところであり、本均平工法と無代かき移植の組み合わせは、漏水田を避けて実施するなど、圃場の特性を考慮したうえで選択すれば、その期待に応える最良の方法の1つといえよう。

2) 田植機、中間管理機、収穫機の走行性向上

表層鎮圧の効果によって、田植機、中間管理機の走行性が向上した。地耐力のない大潟村では、機械が走行できるか否かが大きな問題である。最近では少なくなってきたとはいえ、田植機の沈車が時々発生している。本均平工法実施水田では、こうした問題は発生しておらず、また、スリップ率も少なく、田植機の燃料消費量は従来の2/3に削減された事例もある。

また、均平であるため、稲の生育に合わせて水の駆け引きを行えるだけでなく、従来であれば収

穫作業を脱んだうえで、長期にわたり止水していたが、適正な時期まで取水を行ってもコンバイン走行が可能となった。コンバインの走行不能が回避され、最終的には適期の刈り取り作業を保障するという大きな効果を生んでいる。

6. 基盤整備事業における整地工での活用

基盤整備の整地工にレーザーレベラーを活用したいという要望が農業公社を始め土建業者から始め、現実に導入されている。ここでは、その代表的な事例を紹介する。

(1) 福井県小浜市の事例

当地域では、圃場整備事業の表土整地は例年秋に発注されるため、実作業は翌春の雪解け後にブルドーザによる水中均平工法で行われるのが一般的である。しかし、13tクラスのブルドーザで水中均平を行うと、基盤が部分的に壊され、田植機の走行不能などの問題が一部で生じていた。このため、7tクラスのブルドーザによって作業を行っている業者もいるが、1ha区画圃場の整地に2日間を必要とし、作業能率に問題があった。そこで、O組がレーザーレベラーで作業を行うことを決定し、125psのゴムクローラートラクタと共にレベラーなどを導入した。

1) 作業手順

表土扱いが行われ、圃場内に台形状に置かれている表土をまず膨軟にすることと、乾燥を促進するために、作業深25cmでスタブルカルチをかけ

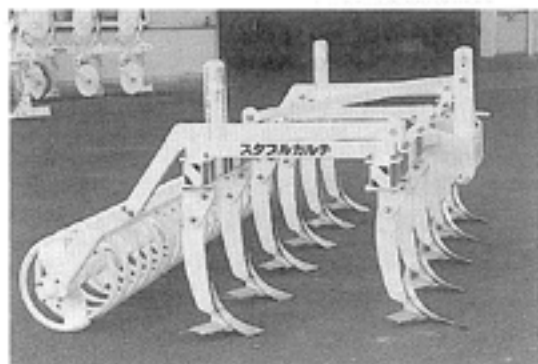


写真7 スタブルカルチ



写真8 スタブルカルチによる表土破砕作業

た(写真7, 8)。作業時間は3分/10aであった。その後、乾燥した時期を狙ってレーザーレベラーで荒整地を行う。表土が積み置かれた中心部と置き土になっている圃場周辺部とでは、土壌の圧密度が異なるため、再び作業深20 cmでスタブルカルチをかけ、圧密度を均等にし、レーザーレベラーで仕上げ整地を行う。

2) 均平精度および作業能率

O組が行った均平作業の結果は、最大高低差が50 mm、標準偏差が13.4 mmであり、均平度は営農上全く問題のない精度に仕上がっている(図5)。

作業時間は、スタブルカルチが6分/10a、レーザーレベラーが2回掛けで61.6分/10aの計67.6分/10aであった。

3) 基盤整備後の保全管理

O組には、96年に基盤整備を実施した圃場や既存の水田の不陸直し等の依頼もあり、レーザーブラウも導入し、こうした作業を97年春に4ha実施した。結果は良好であり、今秋に向けて施工依頼の問い合わせがきている。今後、こうした業者が地域の農業基盤を支えていくとすれば、注目すべきことであろう。

(2) 岡山県農地開発公社の事例

当公社においても、福井県の事例と同様に125 psのゴムクローラートラクターとレーザーブラウ、レーザーレベラー、スタブルカルチを導入し、基盤整備の表土整地、基盤整備後の保全管理に取り組ん

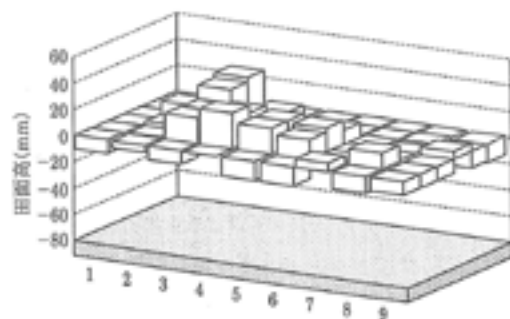


図5 表土整地後の均平状況

でいる。基盤整備時の表土整地工における利用は、県が未来型圃場として造成を進めている1区画10haの超大区画圃場の造成に用いられる予定である。この水田は日本最大規模であり、本均平工法の真価が問われることになる。

また、保全管理では、岡山市北幸田地区の約40

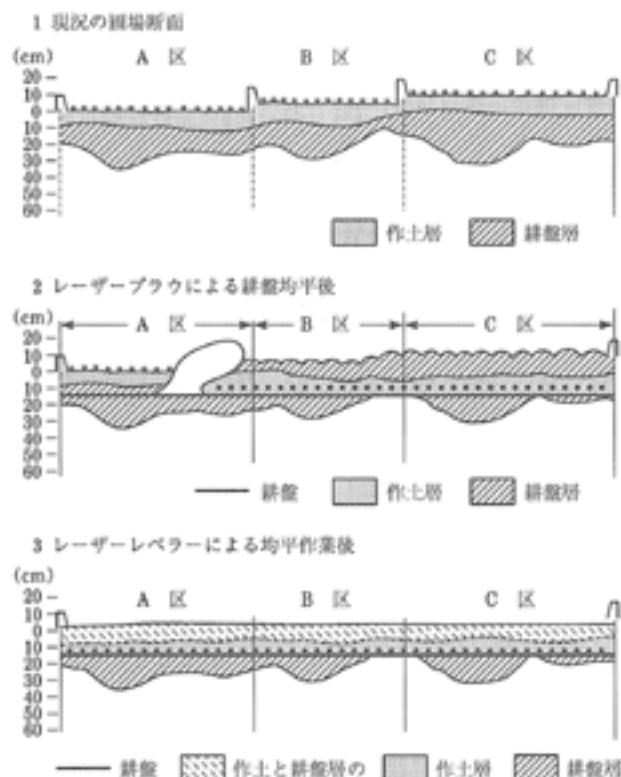


図6 レーザーブラウとレベラーによる基盤整備方法

haで不陸直しを昨年12月から今年の2月にかけて実施している。1人のオペレータで実施しており、作業効率は高いといえよう。

さらに注目すべきことは、97年春に邑久町において、高低差が20 cm程度までの隣接した圃場を区画統合し、試験的ではあるが、1 ha圃場を造成したことである。ブラウで基盤を整え、反転されて上にあがってきた底土を移動して均平にする工法である(図6)。結果は良好であり、また、工事費用は2/3～1/2に減少するとの試算結果が出され、今後、岡山県で実施する基盤整備では、条件が適合すれば本工法で進めることも検討されている。こうした動きは、基盤整備費用の低コスト化の面から望ましいことである。

岡山県では、基盤整備担当部局と普及センター、地元農家が協力しながら、当該圃場で無代かき移植の試験も進めており、ハード面のみならずソフト面も含めた提案を行政サイドからしている。

7. まとめ

圃場面の均平については、圃場区画の大小にかかわらず営農レベルでも十分にできる技術がほぼ確立したといえてよいであろう。今後は、こうした技術をいかに定着させ、地域で育てていくかが課題である。本均平工法は土地利用型農業において、低コスト化に貢献すると考えられることから、行政等は地域の中核農家や営農集団、農業法

人等への機械購入等に対する援助態勢を確立すべきであろう。

本均平工法は単に圃場面の均平のみならず、除草剤低減にみられる減農薬農業や稲藁、稲株の土壌への還元にみられる有機物循環農業、食味の向上にみられる消費者ニーズにあった農業、直播を中心とした低コスト農業など、国として目指している農業像に深く関わる工法である。

土地利用型農業の成立は、土地基盤が整備されていることが前提となる。また、重要な要素として「土」がある。本均平工法の実施によって、地上残査物を土中に還元するとともに、土壌を膨軟な状態に変化させる。このように、長年月を要する土造りに寄与するものでもあり、このことが、最終的には足腰の強い農業の育成につながるものと考えている。さらに、今後は田畑輪換を中心とした農地の高度利用がより強力に求められるであろう。すでに農研センターでは、レーザーレベラーを活用した田畑輪換の実証的な研究に着手している。

参考文献

- 1) 藤森新作・屋代幹雄(1995): 営農レベルの圃場再整備技術(3) - 耕盤と圃場面の均平法 -。農業および園芸, 70(12), 35-39
- 2) 川崎 健(1990): レーザブルと大区画水田均平技術。農業研究センタープロジェクト研究第3チーム。大区画水田生産技術(第2集), 105-107