

# 低コスト整地工法「反転均平工法」のすべて

スガノ農機株式会社 耕法プロジェクトチーム 小澤良夫

## 1. はじめに

食料自給率を向上させるためには、健康で安全な国内農生産物を安定的に供給し続けていく仕組みづくりに裏打ちされた地産地消を進めていくだけでなく、国内の農産物生産の低コスト化を図り、国民が納得できる価格で供給し続けていける、農産物価格の国際競争力を強化することも極めて重要な課題である。そのためには、日本農業の基幹である水田農業において、各種農業技術の開発・普及はもとより、農地の集団化、流動化及び担い手農家の育成、さらには、水田での麦・大豆・野菜等生産の安定化、低コスト化が重要である。とりわけ、水田の大区画化は農作業効率の大幅な向上に寄与するため、低コスト化に与える影響が極めて大きい。

現在、農林水産省の基盤整備の採択要件には、1ha 以上の大区画水田が 25%以上なければ採択されないといった土地集積の要件が厳しく求められている。そのため、実際に一筆区画が 1ha を越える水田が各地で造成され、なかにはイタリア並の一筆 4ha 規模の所も随所で見られている。こうした大区画水田は、「水の掛引き」「風による水寄り」などが懸念されるが、造成後に農家の感想を聞くと「心配したほどではなかった」「結構うまくいく」「大区画にして畦畔の雑草処理時間が激減し、作業効率も向上して良かった」という声が多い。また除草剤散布、防除、追肥の関係も自走式水田管理作業車(ビークル)やラジコンヘリなどの登場で短時間に大面積が処理できる機械体系も定着してきている。農家は、案ずるより産むがやすしとばかりに大区画に意欲的に取り組んでいると言える。

日本の水田面積は、約 264 万 4 千 ha であるが、地形勾配が 1/100 以下の比較的緩やかな地勢での水田は 183 万 8 千 ha と全体の 70%弱を占めてい

る。また、北海道においては 1/100 以下の地形勾配の水田が 22 万 5 千 ha と全水田面積の 93%を占めている。農地の整備整地工は、大がかりな工事となって工事コストがかさむ山間地を別にして、このような地勢的に比較的緩やかな部分に限って圃場の大区画化を進めていくことは国民的な合意を得られることと思われるし、土地改良長期計画に添うかたちで今後とも大区画化が進んでいくものと思われる。

水田圃場整備工事は、表土の厚さ、心土の土性、農家の意向等を考慮し工法が決定され施工される。その場合、表土扱いを省略した「突き均し工法」か、工事コストは高いものの表土が確保される「表土扱い工法」のどちらかの工法が選択され施工される。一般的に農家は大切な表土を失うことを嫌い、大区画になればなるほど「表土扱い工法」の要望が強い。しかし、「表土扱い工法」は「突き均し工法」に比較し工事コストが高くなる。1 区画の大区画化が進めば進むほど、運土距離の長大をもたらし、整地工事費の全体事業費に占める割合がますます高くなる。このため、圃場整備事業では整地工事費のコスト縮減が大きな技術的課題となっていた。

それだけではない。在来工法においては、施工管理基準を遵守し、圃場の乾燥を待って工事を進めているものの、土壌の練り返しが発生し、できあがった圃場が排水不良になりがちである事が指摘されていた。

後に詳しく触れるが、例えば「表土扱い工法」の場合、表土の 25cm 厚をブルドーザで剥ぎ取り、集積していくわけだが、一般的に地表面から 5cm 下では土壤水分率が高い。ブルドーザは排土板で土を剥ぎ取っていただけであり、また、一度に 5cm 以下程度しか剥ぎ取れず、水分率の高い土の上を何回も走行する事にならざるを得ない。そのため、ブルドーザの履帯部で皮剥いだ下層土の練り返しが不可避免的に発生しがちであった。この履帯部での含水比の高い土の練り返しは、不透水層を形成し、結果として排水性の悪い圃場が出来がちとなっ

ていた。水田で畑作物も生産せねばならない状況下で、このような問題を解決していくことも大きな技術的課題であった。

このような背景のもとに、北海道の深川土地改良区の熱意が発端となり、従来の工法とはまったく異なるレーザーブロー、レーザーレベラー等の営農用レーザー作業機械を利用した「反転均平工法」が、空知支庁北部耕地出張所を中心とし(独法)農業工学研究所、北海道中央農業試験場、空知管内の土地改良区、施工業者、レーザーメーカーであるトリンプル・ジャパン(株)、新キャタピラー三菱(株)、(株)コマツ、スガノ農機(株)、など各層各社の努力により、工法として確立され、工事コストの大幅な縮減が図られたことと、透排水性の良い土層となり、大豆作において生産向上効果を確認することができたので、工法の概要、工事コスト、農作物の生育状況等を中心に紹介する。

## 2. 工法の種類

本工法には、従来の「表土扱いなし」に対応した反転均平Ⅰ工法と「表土扱いあり」に対応した反転均平Ⅱ工法がある。

### (1)反転均平Ⅰ工法=在来工法の「突き均し工法」に対応

整地工で「表土扱い」を省略出来る条件として考えられるのは、下層土と作土がほぼ同質で、整地後に有効土層厚が30cm以上となり肥培管理によって耕土にできる場合。作土の肥沃度が低いために表土と下層土を混合することによって、かえって地力増進になる場合。切土・盛土深が5cm以内の平坦な場合などである。現在のところ最大田面標高差は20cm以内としている。また、後に作業手順の所で詳しくふれるが、在来工法は表土を、現況区画の高い所から低い所へ単純移動してしまうので、表土厚が変化し作物の生育にばらつきが多く見られるのに対して、本工法は高い所の底土を低

い所に移動するので、作土層の厚みが全体として変化がなく、作物の生育ムラが少ない。但し、計画区画が50a以下だと運土距離が短く本工法より在来工法の方が低コストで施工可能となる場合がある。

### (2)反転均平Ⅱ工法:在来工法の「表土扱い工法」に対応

反転均平Ⅰ工法以外で、表土に心土が混入すると、営農に悪影響を及ぼす恐れのある場合に適用する。ただし、ブローの耕起深の限界から、ブローの最大耕起深が65cm以内になる場合迄としている。在来工法の「表土剥ぎ」「表土戻し」の部分をブローの反転耕で代替するため、反転均平Ⅰ工法よりコスト縮減効果が大きい。現在、北海道では「表土扱い」の工事割合が多いためこのⅡ工法を採用した工事割合が多い状況である。

## 3. 工法の特長と留意点

本工法の特長は、下層土の含水率が高くても、レーザーブローによって反転耕起を行い、芯から土壌を乾燥させ、その後に運土作業なり均平作業を行うため、在来工法よりも土壌の練り返しが少なく、工事後、圃場の透排水性がきわめて良い。反転均平Ⅱ工法の場合、従来のような「表土剥ぎ取り」「移動」「集積」「表土戻し」をせずにレーザーブローでの反転耕でこうした作業を代替しているため工事コストが大幅に低減される。

表土の移動が少ないため、作ムラが発生しにくい。レーザーマシンコントローラがトラクタやブルドーザの3点リンク高を自動制御するため、オペレータの熟練度に左右されることなく、どの圃場も高精度な仕上げが可能となる等をあげることができる。

一方、留意点としては、現況標高、表土厚の事前調査を必ず行う。耕作道、畦畔、ターン農道に必要な土量から排水路掘削残土等を差し引いた土量計算を行い、表土厚を考慮しながらレーザーブローの耕起深を決定する。施工可能な最大田面標高差(一筆計画区画内における旧水田の最大田面標高差)は、現在

のところ、レーザープラウの耕起深が 65cm 以下となる条件までの場合としている。表土層が薄く心土層に石礫がある場合は、バックホーなどによる除礫をしてもコストが安い場合を除き、施工が難しい。

表土と心土を完全に分離できない。下層土が泥炭の場合は表土厚のばらつき度合いと田差によって検討し適用を決定する。工事中の乾土効果により、土壌によっては、地力窒素の発現が多くなる可能性が高く、適正な施肥設計が必要である。特に施肥窒素の量に留意するなどである。

#### 4. 工法に使用する機械

使用機械も大きく違う。全自動レーザーシステム搭載ゴムクローラトラクタや 3 点リンク全自動レーザーシステム搭載ブルドーザを基幹動力とし、レーザー対応のプラウやレベラーなどを使用する。以下、使用機械の概要について説明する。

##### (1)全自動レーザーシステム

全自動レーザーシステムは、図 1 のように圃場外に設置したレーザー発光器から水平面を示すレ

ザー光線を発光させ、これを作業器に取り付けたレーザー受光器で受けて作業機の高さと水平面との差をトラクタやブルドーザ内に設置したコントローラとディスプレイに電気送信する。コントローラは本機の油圧機構に指示を出し、本機の 3 点リンクを自動的に上下させて作業機をレーザー光線の指示する高さに常に制御するシステムである。

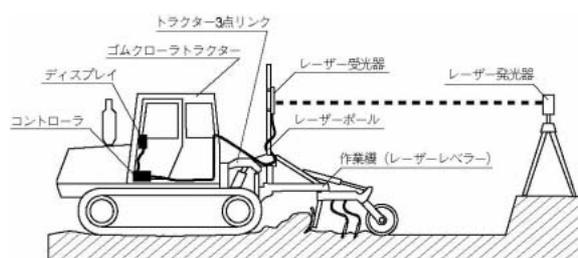


図 1 全自動レーザーシステム

レーザー発光器の作業可能距離は、半径 200m ~ 300m であり、その水平精度は ±8 ~ 15 mm のため、整地工の施工には十分な機能を持っている。表 1 に施工機械の一覧を示したが、以下では作業機毎に解説する。

表 1 使用機械及び適用作業

作業項目	使用作業機	基幹動力	備考
反転耕起	レーザープラウ・1 段耕 16 インチ × 5 連	11t 級ゴムクローラ / 16t 級ブルドーザ	耕深 15 ~ 30cm (I 工法で使用)
	・1 段耕 22 インチ × 3 連		耕深 20 ~ 40cm (II 工法で使用)
	・2 段耕 30 インチ × 1 連		耕深 30 ~ 70cm (II 工法で使用)
運土	運土レベラー	11t 級ゴムクローラ	作業幅 3m
	(16t 湿地ブルの場合もある)	(16t 湿地ブルドーザ)	作業機は使用しない
整地	整地用レベラー	5t 級ブルドーザ / ゴムクローラ	作業幅 5m
		11t 級ゴムクローラ	作業幅 6m
心土破碎	パンブレーカー	5t 級ブルドーザ / ゴムクローラ	作業幅 1.6m (標準工)
畦畔土等の切押し 他		16t 湿地ブルドーザ	作業機は使用しない
畦畔などの法面成型		0.6m <sup>2</sup> 級バックホー	作業機は使用しない

##### (2)基幹トラクタ

本工法では、写真 1 のゴムクローラ型トラクタを用

いることが多い。その理由は、トラクタの接地圧が 0.15kgf/面と人間の足の接地圧より小さく、土壌を締



写真 1 5tクラスゴムクローラ  
トラクタ



写真 2 11tクラスゴムクローラ  
トラクタ



写真 3 レーザー制御 3 点  
リンク付ブルドーザ

システムによって3点リンクを制御できるものも開発された。施工機械の汎用性を考慮し、このようなブルドーザでの施工も国営事業では実施されている。

### (3)レーザーブラウ(写真 4、5、6



写真 4 レーザーブラウ反転均平 工法に使用

め固める心配が少ないこと、同馬力のホイール型トラクタと比較して牽引力が大きいため、作業機の作業幅が広く取れて作業能率を高めることができることである。ゴムクローラトラクタの種類は、各メーカーから種々の馬力数のものが販売されているが、必要な牽引力にあった機械を選定する。また最近では、写真3のようにブルドーザに3点リンクを装着し、全自動レーザーシ

写真4に示すレーザーブラウは、1995年にスガノ農機によって開発された。本機は、牽引トラクタに搭載したコントロールユニットで、あらかじめ定めた高さ(レーザー光平面からの垂直距離)にプラウのすき底の高さをコントロールする機構である。プラウの規格は、耕起深によって選択する。プラウによる反転度合いが耕起深と耕巾によって変化し、ボトム耕巾の3/4~2/3以内の耕起深での反転度合いが適正とされているので、本工法では耕起深(最大田面標高差)によって、プラウの種類を選択する。

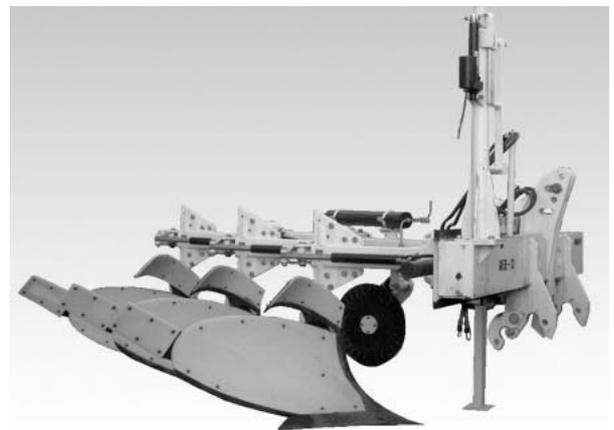


写真 5 レーザーブラウ反転均平 工法  
(田差 35cm 以下)

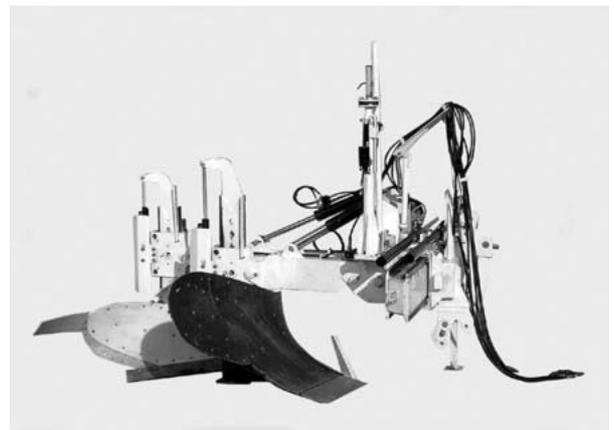


写真 6 レーザーブラウ反転均平 工法  
(田差 35cm ~ 65cm、2 段耕ブラウ)

ブラウ耕の目的は、土壌を膨軟にして乾かす。作業の障害となる田面の残渣物をすき込む。表土と心土の反転による表土扱いを行う(H 工法)などである。すなわち、レーザーレベラーによる運土・整地作業では、土壌が乾燥状態であることが作業能率と均

平精度の向上面から望ましい。また、圃場を短時間に乾燥させる方法としてプラウによる反転耕が最も効率が良いと優れている。さらに圃場の低い所に残渣物(稲ワラ、稲株など)を集めてしまうと稲の健全育成に障害を起こす恐れがある。そのため、地上残渣物を完全にすき込むことが、地力保持の観点からも肝要である。

#### (4) 運土用レーザーレベラー(写真7)

運土目的のセミマウントタイプのレベラーである。本工法は、在来工法と比較して、運土時間のかかる傾向にあった。この問題を解決すべく開発された機械である。1回当たり1.5~2㎡の運土が可能であり、ブルドーザにと比較しても遜色ない程度になっている。ただし、最近、施工機械の汎用性とプラウ耕の後の運土であれば過転圧や土壌の練り返しが少ないということが確認されて来たことにふまえ、国営事業ではブルドーザによる運土も採用されている。



写真7 運土用レーザーレベラー

#### (5) 整地用レーザーレベラー(写真8)

整地用レーザーレベラーは、砕土、運土、整地、鎮圧の4種類の作業を一挙に行う作業機である。作業機巾は5m巾、6m巾の2タイプがある。レベラーは、元々、田面の不陸修正や乾田直播などの営農均平用に開発された作業機であるが、基盤整備事業用としては、比較的大きい5m、6mが適用される。構造は、整地板により運土・整地作業をおこなう。整地板の後方に取り付けられたスプリングタインの先端の高さは整地板の底面より5cm低くセットされており整地板で削った地表面を爪で砕土、膨軟にし、最後にコイル

パッカーで鎮圧を行う。重粘土壌以外は、本作業機で均平にした後、再砕土作業などをしないで乾田直播や無代かき移植が可能な位の砕土状態になる。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。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。コイルパッカーによって、表層から10~15cmの位置に7~10kgf/面の鎮圧層ができ、この層が農作業機械の走行を保持する。

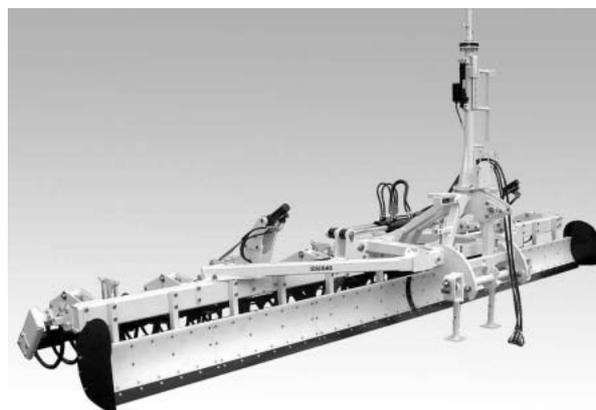


写真8 整地用レーザーレベラー

#### (6) パンプレーカ(写真9)

残雪水の排除や工事途中の雨水の排除を促進するための心土破碎作業に用いる。事業上は春工事に準備工として採用されるが、圃場条件によっては通年工事や秋工事にも採用される場合がある。

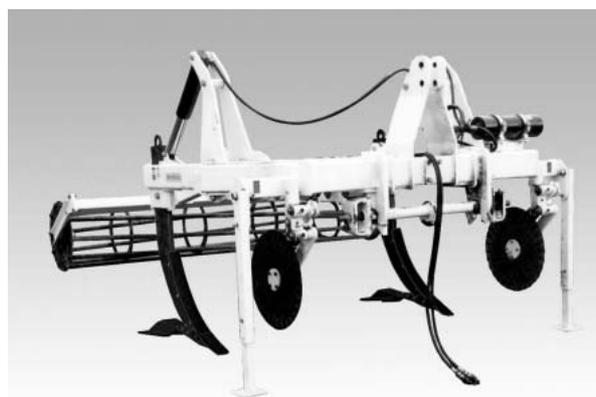


写真9 パンプレーカ

#### (7) ブルドーザ

耕作道、畦畔土及びターン農道の掘削、押し土、敷均し、転圧の作業。旧排水路の埋め戻し作業。旧耕

作道の撤去作業。

### (8)バックホー

排水路掘削。耕作道、畦畔及びターン農道の法面整形の作業などに用いる。

## 5.工法毎の作業手順

(1)反転均平 1 工法(「突き均し工法」に対応)の作業手順は図2に示す通りである。

### 反転均平工法1 (表土扱いなし)

最大田差20cm以下で適応対応

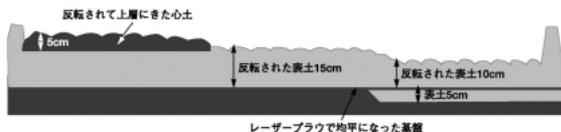
#### 現況

- 最大田差10cm
- 面積が同一な3区画のほ場
- 表土厚さ15cm



#### 反転・耕起工

- 中畔除去
- レーザーブラウで耕深20cm反転・耕起



#### 運土・整地工

- 均平精度±2.5cm
- 表土の移動がない



図2 反転均平 工法の施行手順

ブルドーザで中にある畦畔の除去を行う。サブソイラで圃場を乾かすために耕盤層を破壊する。農道、畦畔造成に必要な心土を産み出すため、外周部を巾5m程度を反転し、表に出た心土をブルで押し、転圧後バックホーで成形する。計画の区画全体をレーザーブラウで反転耕起する。この場合の耕深は、現況区画の一番高い区画で、計画田面の標高から表土厚分だけ下がった高さに制御するようレーザーをセットし、全ての水田を耕起する。プラウ耕の耕盤はレーザーで制御され一定の高さとなる。従って計画高より低い部分では、作土だけの反転となる場合もある。そういう部分も反転耕起するのは最後の均平作業の時に稲藁・稲株が邪魔になると、耕起する事によ

て全体の乾燥を促進するためである。全体をレーザーレベラーで砕土・運土・鎮圧・均平を行う。図2のように高い所の底土が、一部表土と混じった状態で低い所に移動される。その結果、作土層の厚みが全体として変化がなく作物の生育ムラが少ない。在来工法では切土部(高い所)から表土を運んでしまうため、全体を均一な状態にするのに数年かかると言われている。府県などでは下層土が十分な粘土層であるという理由だけで突き均し工法が採用され、表土のなくなった切土側で作物が出来なくなり、農家が3年から4年かけて作土をつくっている所もある。

(2)反転均平 工法(「表土扱い工法」に対応)の作業手順は以下の通りである(図3)

### 反転均平工法2 (表土扱いあり)

最大田差50cm未満で適応対応

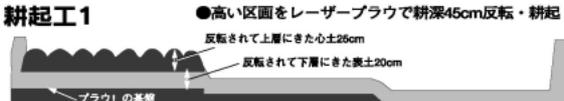
#### 現況

- 最大田差45cm
- 面積が同一な3区画のほ場
- 表土厚さ20cm



#### 反転・耕起工1

- 中畔除去
- 高い区画をレーザーブラウで耕深46cm反転・耕起



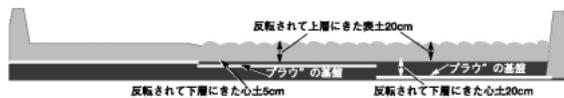
#### 運土工

- 心土を低い区画へ運土



#### 反転・耕起工2

- 低い2区画を表土直下まで反転・耕起



#### 整地工

- 均平精度±2.5cm
- 表土がすべて上層にある

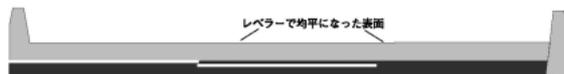


図3 反転均平 工法の施行手順

排土板あるいはプラウによって畦畔、農道の除去を行なう。サブソイラで耕盤層を破壊する。農道、畦畔造成に必要な心土を産み出すため、外周部を幅5m程度を反転し、表に出た心土をブル押しし、転圧後バックホーで成形する。レーザーブラウで、

現況区画のうち計画田面標高より高い部分だけを反転・耕起する。この場合の耕深は、計画田面標高から表土厚分だけ下がった標高で行う。この作業により、心土と表土を反転させ、心土が表層に表土が下層に来るようにする。表層に出た心土を運土用レベラーにより、計画田面標高より低い水田に運土し粗均平を行う。ブルドーザで運土し粗均平しても良い。レーザーブラウで計画田面標高より低かった水田だけを反転・耕起する。この場合耕深は、計画田面標高から盛土厚と表土厚分下がった高さとする。この作業により、埋没している表土を表層に移動させるとともに心土を下層に埋没させる。レーザーレベラーで全体を砕土・鎮圧・均平を行う。図3のように、各区画のブラウによる耕盤の違い、一見すると不当沈下が起きやすいように見える。しかし、現実には、土壌を乾燥して施工するため、土壌水分が少ない分だけ体積変化が少なく不当沈下はほとんど発生していない。

### 6. 工法選定のフローチャート

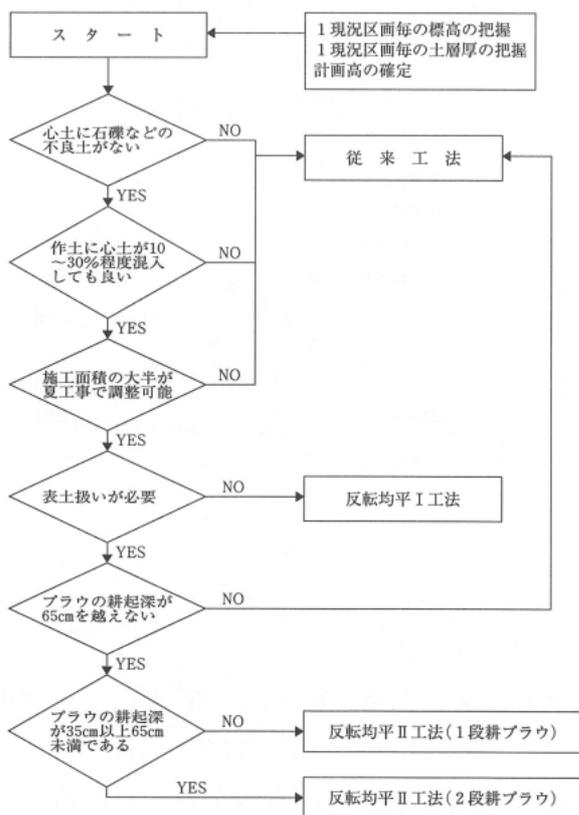


図4 工法選定フローチャート(一般土向け)

図4、5は反転均平工法を整地工事において採用決定する際のフローチャートである。採用に当たっては、最大田差、心土の土性、表土厚のばらつき状態、表土への心土の混入、耕起深などがポイントになる。また下層土が泥炭層の場合、現況区画の表土厚が薄い区画と厚い区画の統合など問題になる場合もあるので、フロー図は一般土の場合と泥炭の場合と2通りに分けてある。

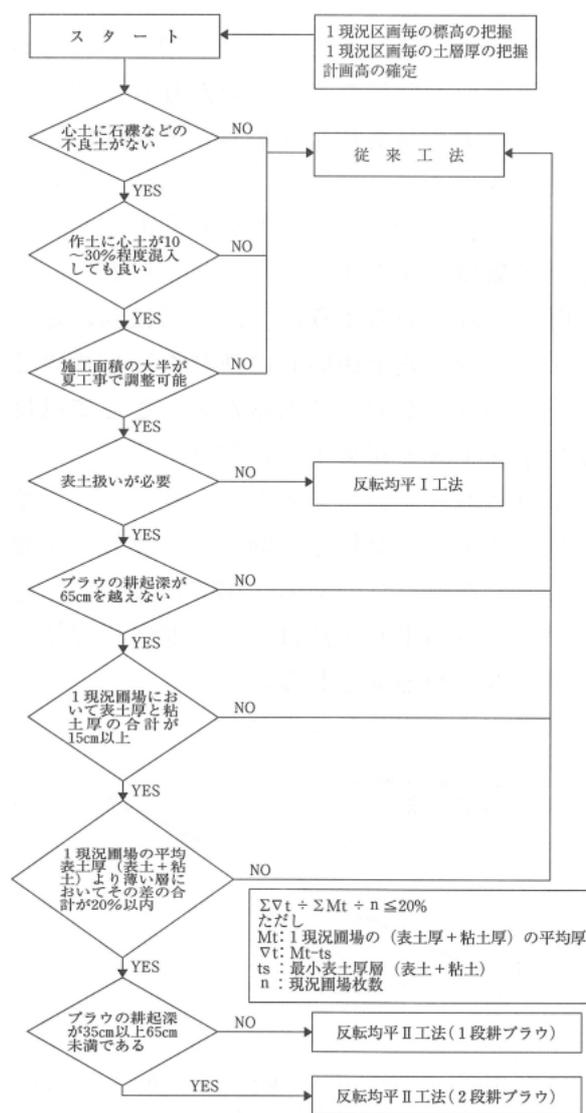


図5 工法選定フローチャート(泥炭向け)

### 7. 施工実績

過去の道内に限った施工実績は以下の通りである。

年度	道営	国営	合計
平成 10 年度	20.9ha		20.9ha
平成 11 年度	67.7ha		67.7ha
平成 12 年度	32.5ha	3.9ha	36.4ha
平成 13 年度	32.6ha	29.8ha	62.4ha
平成 14 年度	35.0ha	63.8ha	97.5ha
合計	1887.7ha	97.5ha	286.2ha

この面積に加え、国営工事においては客土後の均平を反転均平工法、在来工法を問わずレーザーレベラーでの仕上げが指定されており、平成 13、14 年の 2 年にわたりレーザーレベラーによる最終均平・整地が 160ha なされている。

### 8. 工事コストの比較

既にふれているように、北海道における工事の大半は「表土扱い」に準じた反転均平 H 工法での施工が大半であるため、ここでは反転均平 H 工法と在来工法の道営工事における工事コストを比較してみた。図 6 はこれまでの施工実績から試算した両工法の直接工事費を比較したグラフである。田差によっても違うが、反転均平 H 工法は、70～20%程度まで工事コストが縮減される。

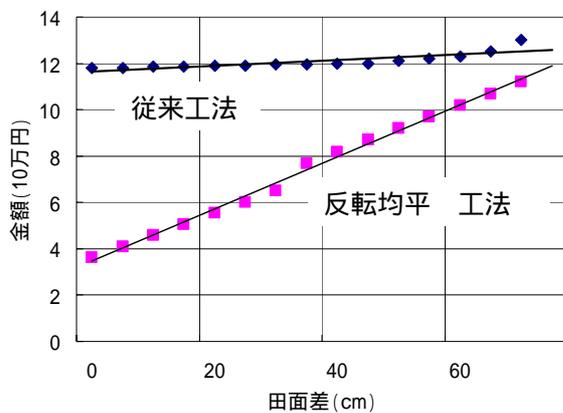


図 6 従来工法と反転均平 工法の工事費比較

実際、平成 11 年、空知支庁管内で 67.7ha の工事が反転均平工法で実施され、その直接工事費は約 48,600 千円であった。これを在来工法で行った場合には約 70,150 千円(試算)となり、金額で 21,550 千円、縮減率で 30%強という大幅な直工費のコスト縮減となったのである。ではどうしてこのようなコスト縮減が可能となったのか、その要因を分析してみた。在来工法の

直接工事費の内訳を田面標高差別に比較したグラフが図 7 である。このグラフから判るように在来工法は田面標高差に比例して工事費が高くなるものの、その上昇率は低い。これは在来工法における表土扱い及び整地費用が全体の 50～55%を占め、田面標高差に影響される「基盤切盛費用」に比較し、「表土剥ぎ費用」「表土戻し費用」「均平整地費用」が、田面標高差に係わらず固定的な費用として大きくかかるからである。

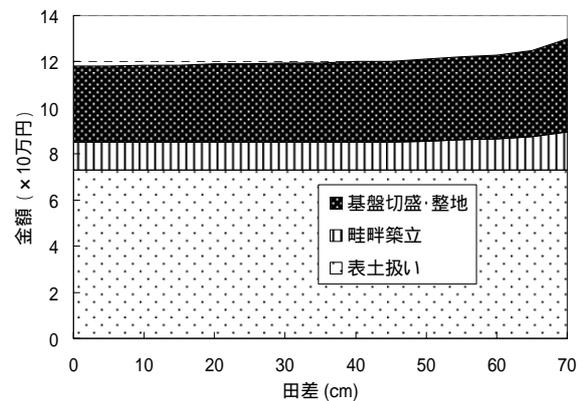


図 7 従来工法のコスト内訳

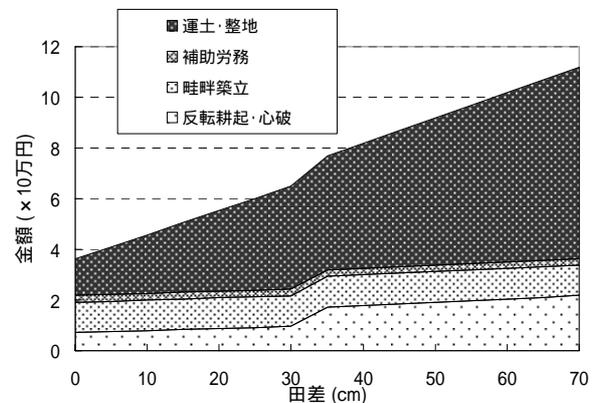


図 8 反転均平 工法のコスト内訳

一方、反転均平工法の工事費を分析したグラフが図 8 である。在来工法の「表土剥ぎ」「表土戻し」がプラウでの反転耕起費用に当たり、大幅な縮減となっているのが良くわかる。

反面、レーザーレベラーの 1 回の運土量がブルドーザより少なく、運土・整地費のうち運土費が工事費の大半を占めているため、田面標高差が大きくなるほど在来工法との費用差が少なくなっていることがわかる。

このように、本工法は「プラウによる表土扱い」と呼んでも良いように、コスト縮減にプラウの反転耕が大きく寄与しているのである。

### 9.表土と心土の分離状況

工事コストの縮減に大きく寄与しているのは、表土扱いを反転耕起で代替していることはすでにふれた。そこで、レーザープラウによる反転耕起において、どの程度表土と心土が分離されているかが問題となる。なぜなら、在来工法ではオペレーターが目視確認の上で、表土を剥ぎ取るため表土と心土の混入は余り発生しないが、本工法はプラウで一気に反転してしまうため、施工現場では目視確認ができないからである。

そのため、北海道は(独法)農業工学研究所にプラウの反転能力を主体とした委託研究を平成 11、12 年度の 2 年間にわたり行った。レーザープラウの反転状況を把握するにはボールテストなど種々の方法が考えられるが、ここでは下記の方法を主体にテストした。

図 9 のように心土と明らかに色の違う土壌を表土と置き換えた後にレーザープラウで反転し、反転直後に断面を観察する方法である。その結果、1 段耕プラウ(普通のタイプ)では表土への心土の混入率が 20～30%、2 段耕プラウでは 10%程度であった(写真 10、11)。

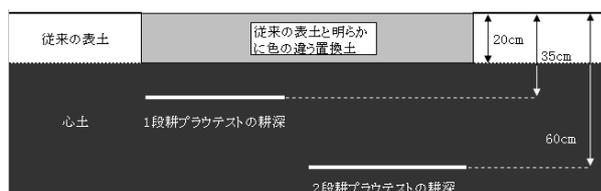


図 9 反転テスト前の断面図  
(表土厚 20cm、耕深 35cm 及び 60cm)

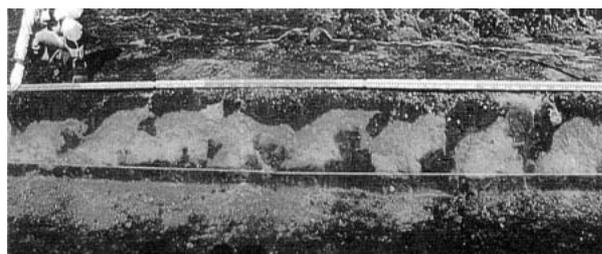


写真 10 1 段耕プラウの反転状況  
(心土混入率は 20～30%)

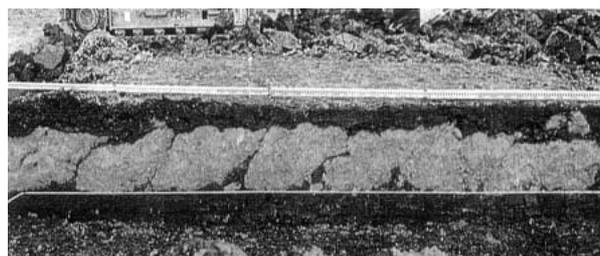


写真 11 2 段耕プラウの反転状況  
(心土混入率は 10%程度)

実際、平成 13 年度南幌町中樹林地区の国営事業でも、工事終了後のアトランダムな調査において、在来工法の表土への心土(この地区の場合は泥炭)混入率は 3.92%であり、本工法の混入率は 9.22%と言う結果が出ている。

これらの状況と過去の工事終了圃場の作物収量調査などを考慮すると在来工法と遜色がなく心土混入率は問題ないと言える。

### 10.作物の生育状況

本工法のもう一つの大きな特徴に、透排水性の良いほ場状態に仕上がることがある。この顕著な事例として、平成 11 年 6 月上旬に新十津川町北花月地区の K 氏のほ場において、大豆が播種された後の生育状況を紹介します。着工は 5 月 10 日、工事終了が 6 月 3 日、検査後引き渡しは 6 月 5 日であった。反転均平工法区と在来工法区を同時に引き渡された K 氏は、播種日が適期からかなり遅れていることを充分理解しながらも、6 月 13 日に播種し、その後の肥培管理等は両区とも同様に行った。

写真 12 は播種後 55 日目(8 月 3 日)であるが、これをみて判るよう耕作道を挟んで左側の在来工法区は発芽がまばらであり、生育も著しく悪い。特に枕地部分は生育が悪く滞水している。右側の本工法区は発芽不良も見られず、播種時期が遅れた割には生育も順調である。



写真 12 新十津川町K氏圃場での大豆生育状況  
(左は従来工法区で発芽状態が悪い、  
右は反転均平工法区で発芽状態が良い)

収量結果は、在来工法区は皆無であり、反転均平工法区は 200kg/10a であった。

この原因は、排水不良による湿害に他ならない。K氏の圃場の工事は、両工法とも 5 月初旬に開始されており、天候等の自然条件は同じである。また、在来工法も施工管理基準に基づいて施工している。そこで予め計測していた土壌水分に着目してみた。工事施工前の土壌水分率は、両工法区とも田面では低いものの、5cm より下は全て 50%を越えた高い状態にあった(表 2)。

表 2 新十津川町K氏圃場の深さ別水分率

深さ	土壌水分率
表面	43.50%
5cm	55.50%
10cm	54.20%
15cm	53.30%
20cm	52.30%
25cm	52.30%
30cm	51.50%
35cm	51.40%
40cm	51.20%

このような水分状態のなか、在来工法は、ブルドーザで表土を剥ぎ、堆積を行うため、例え表層が乾いた状態で作業を開始しても、すぐ水分率の高い下層土が露出し、そうした状態の所をブルドーザが走行せざるを得ず、結果として土壌の練り返しが発生し、土層の三相分布が乱され、透排水性の良くない圃場ができてしまうものと思われる。併せて剥ぎ取り・集積した表土も山盛りになっているだけなので乾燥が進まず、表

土戻しの場合も同様のことが発生しやすいと思われる。

一方、反転均平工法はレーザーブラウで反転することで土壌の乾燥を促進させている。本工法はこうした営農技術の基本を活用したものであり、乾燥後に運土・整地する事と、接地圧の小さい原動機を利用するため練り返しが極端に少ない。また、レーザーレベラーは排土板の後方にスプリングタインが装備されており、排土板での切土面を常時ほくしながら、表面積を大きく乾燥を促進しつつ運土作業や均平作業しており、このことも練り返しの発生が少ない要因と考えられる。

## 11.農家の評価

北部耕地出張所が施工した農家 29 名にアンケート調査した結果が図 10 である。図 10-2 でもわかるとおり、「圃場の乾燥が早い」「水はけがよい」「工事コストが安い」と言う点で圧倒的に支持している。反面心土が表土に混入する実態も半数近くの人を確認しており、それが作物の生育阻害になっていると言う人もいれば、表土がリフレッシュして生育が良くなったと言う人に分かれている。全体としては肯定的な意見が多い。否定的な意見の中で多いのは工事時間がかかるという点で、これは反転後、乾燥期間をおくため在来工法と比較し作業時間は短いものの拘束時間が長いことを指していると思われる。在来工法は 1 区各毎に仕上げていくため、一つ一つの区画の地権者は仕上がり順番が予測でき、後作業の計画を立てていた。本工法の場合、ブラウ耕の施工時間が早いため、一度に数多くの区画に着手し順次仕上げていく工程を取るため、仕上がる時には一度に数区画が仕上がる。現在は、こうしたことが理解されてきていると思われる。

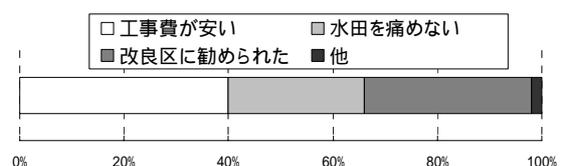


図 10-1 反転均平工法の採用した理由 (30 人回答)

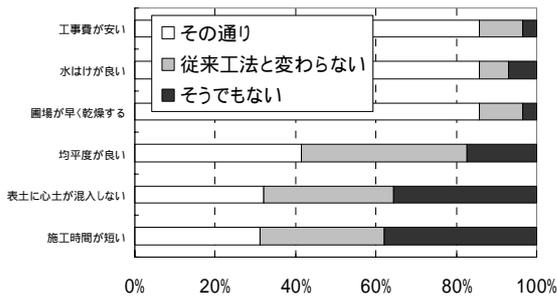


図 10-2 従来工法と比較しての感想

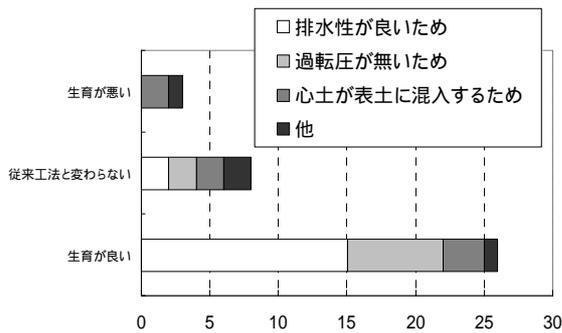


図 10-3 作物の生育結果とその理由 (28 人複数回答)

## 12. 今後の課題

### (1) 畦畔築立などに関係した運土時間短縮の問題

畦畔や耕作道等は、通常、心土を利用して築立することが多いから、畦畔に近い部分を事前に耕起して必要土量分の心土を産み出し、土壤水分のあるうちに集土・締め固めをして築立する。農道や耕作道等造成も同様である。こうした工程をとるのは、漏水や畦畔などの決壊を招く恐れがあるからである。

一般的に、畦畔等は基盤土と連結して築立されているから漏水を防ぐとされている。本工法のように、基盤土を直接的に切り盛りしない施工方法では、特に盛土部の畦畔など、運土後に畦畔築立という工程を取ると、運土後の乾いた土壤の上に畦畔が築立されることになり、漏水などが充分予測されるため、前述のような工程をとって施工している。また、施工上ある程度の土壤水分がなければ締め固めがしにくい点もある。

こうした工程をとると、盛土部の畦畔際が施工前より更に低くなるため、運土量が増加し運土に時間を要する。運土用レベラーの開発によって運土時間の短

縮は可能となったが、より一層の運土時間の短縮には、ブルドーザの使用を検討する必要がある。

実際、平成 13 年度の南幌町の国営事業では、ブルドーザでの運土を試験的に行なったが、プラウ耕で乾燥した土壤を運土すれば、透排水性に問題ない結果が出ている。

### (2) ブルドーザを基幹動力とした歩掛の作成

本工法の開発当初は、3 点リンクがレーザーで自動制御されるブルドーザが開発されていなかったこともあり、ゴムクローラトラクタを基幹動力とした歩掛が集積されてきた。しかし、既に触れたように、昨年各メーカーがこうした機能の持つブルドーザを開発してきたことや、土木工事における利用上の汎用性があるブルドーザはゴムクローラトラクタより普及速度が速いと想定され、本工法の施工体制を飛躍的に伸ばすことが期待される。そうした点からも、ブルドーザとレーザー作業機群を使用した歩掛の作成が急務と言える。併せて、ブルドーザを利用した場合、不透水層の形成があるのかなど本工法の長所が消されないかの確認も必要であるが、13 年度だけの実態からすれば透排水性の悪化や均平精度など、問題ないと推定される。

## 13. おわりに

本工法は、営農用レーザー機械を利用して大規模な基盤整備工事を行おうとするものである。平成 7 年度に試験的に茨城県で施工したが、当時は全くといってよいほどの手探り状態であり、工法としての名前すらなかった。それが、北部耕地出張所を中心に(独)農業工学研究所、道立中央農試、深川土地改良区を始めとした多くの土地改良区、さらには受益農家や施工業者等の幅広い層との意見交換やアイデア提供によって一気に体をなしてきた。

再三触れているように、本工法の最大の特徴は表土扱いをプラウの反転耕起で代替することによって、施工費の縮減が図れることにある。これは基盤整備事業費の効率の執行だけでなく、農家にとっては、事業費の負担軽減となり、ひいては生産費の低コスト化

につながるという今日的な課題に込んでいることを意味する。

また、大区画で透排水性の良い圃場は、稲・麦・大豆・野菜等を中心とした土地利用型農業の低コスト化の絶対条件であり、本工法はそうした圃場を農家に提供できる。

さらには、田面均平度の向上は、無代掻き移植栽培や直播栽培の導入、代掻き時間の短縮などの効果も期待できる。レーザーレベラーを使用して高い均平度を維持している千葉県の農事組合法人米本では、代掻き用水量が従来の半分となったという報告もある。

加えて、施工2年目ではあるものの、開発局札幌南農業事務所や南幌町農業農村基盤整備推進本部技術第1系の努力により、北海道の水田面積の多くを占める泥炭地で、本工法の施工を可能とする大きな技術向上が図られてきている。特に、基幹動力としてブルドーザの採用を決定し推進してきた事は、機械開発のタイミングがあったとはいえ、本工法開発の歴史に足跡を残すものであろう。そして、泥炭地を抱える

地帯へ大きな勇気を与えていくと思われる。

また、北部耕地出張所には、新潟県、茨城県、千葉県、秋田県等から本工法に関する問い合わせが、また農工研には、岡山県、福井県、福島県から問い合わせが来ている。

今後、各地においてさまざまな土質や自然条件での施工を積み上げ、工法として確立し、北海道で燃え上がった『低コストで圃場に優しい工法』の火を絶やすことなく、全国に本工法が広がることを期待するものである。

### 参考文献

1. 千葉佳彦ほか:ほ場整備事業における反転均平工法の確立に向けて、第48回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集(1999)
2. 藤森新作ほか:レーザープラウとレーザーレベラーを利用した反転均平工法の開発とその効果、平成11年度農業土木学会講演要旨集(1999)
3. 農林水産省構造改善局計画部資源課: HARVESTNO2 大規模稲作経営の新しい潮流(1997)

