

スマート農業技術導入手引き書 (畑作物(大豆・小麦))

転換畑におけるセンシングを活用した
大豆、小麦の省力・効果的な排水対策のための
手引き

令和8年2月27日

実施グループ名:大豆、小麦の収量向上対策支援コンソーシアム
(活用支援ID:援B31)

代表機関:農研機構東北農業研究センター

目次

はじめに	3
免責事項.....	3
第1部 この手引き書の概要	4
1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目	4
2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目	4
3. この手引き書で取り上げる技術	4
4. 産地の現状と取り組む目的	4
5. 期待される成果	4
6. この手引き書の活用面と留意点	4
第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導くポイント	5
1. この手引き書で伝えたいポイント	5
2. 地域（産地）における取組の手順	5
3. 導入技術定着のための要件	6
【参考】圃場内の高低差センシングに基づく排水対策技術の導入効果	6
第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況（ケーススタディ）	8
1. 実地指導の実施状況とその結果（ケーススタディとして）	8
第4部 参考資料	20
1. 参考資料一覧	20
（1）第2部で使用した付属資料	20
（2）第3部で使用した付属資料	20
2. 現地指導で用いた技術	21
3. この手引き書の著作権について	21

はじめに

わが国では、主食用米の需要が継続して減少するなか、長年にわたり主食用米の生産調整が実施されてきました。この生産調整の過程で、大豆、小麦などの畑作物が多くの水田に作付けされてきました。都府県では、現在でも大豆、小麦の9割程度が水田転換畑に作付けされています。

一方で、わが国の大豆、小麦の収量は低く、その向上が求められています。畑作物の収量には、肥培管理や雑草害など様々な要因が影響しており、その中でも湿害は低収の大きな要因の一つです。湿害の軽減には、暗渠や明渠の施工による排水対策が有効ですが、農業経営の大規模化等が進展するなか、より省力的かつ効果的な実施が求められます。

また、農業従事者の高齢化、減少を背景として担い手経営体への農地の集積、大規模化が進むにつれ、農地の分散や小区画圃場での営農などの課題が浮上しています。この改善策としては、農地の面的集積や圃場の合筆による大区画化に取り組む生産者も見られます。

こうした状況下で、近年、スマート農業技術の発展が注目され、営農現場への導入も進んでいます。スマート農業技術には、様々な技術が含まれますが、センシングもその中の一つです。センシングには、ドローンや衛星を用いた生育センシングのほか、緯度、経度、高度の位置情報を活用する高低差センシングなども含まれます。

本コンソーシアムでは、大豆、小麦を対象に、位置情報に基づく高低差センシングを活用した効果的な排水対策の導入支援に取り組みました。トラクタの自動操舵装置やトラクタに装着したRTK-GNSS受信機の位置情報、及びRTK-ドローンを用いた高低差センシングから圃場内の凹凸マップを作成し、その凹凸を把握したうえで効果的な排水対策を実施しようとするものです。

規模拡大等の進展に伴い、省力・効率的に営農を実施する方策が求められています。本手引き書では、このような観点から、大豆、小麦の生産に必須な湿害対策について、センシングを活用した省力・効果的な排水対策方法について紹介します。

令和8年2月

農研機構東北農業研究センター
宮路広武（支援グループ代表者）

免責事項

- 当該実施グループ及び農研機構は、利用者が本手引き書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手引き書に掲載された情報の正確性や完全性について、当該実施グループ及び農研機構は保証するものではありません。機械を利用することによる効果については、作物を栽培する地域、気候条件及び土壌条件等より変動することに留意してください。
- 製品の基本的な取扱いについては、製品に付属する取扱説明書を参照してください。
- 本手引き書中の図表、写真、イラストには農研機構が著作権を保有しているもの、第三者から転載・引用の許諾を得て掲載しているものが含まれます。複製には許諾が必要となります。

第1部 この手引き書の概要

1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目

畑作(大豆、小麦)

2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目

導入した(又はする)スマート農業技術の有効・効果的な活用(導入技術活用型)

3. この手引き書で取り上げる技術

圃場内の高低差センシングに基づく排水対策技術

高低差ドローンセンシング: RTK-GNSSドローン・3次元再構成アプリ・GISアプリ

高低差GNSSセンシング: 自動操舵装置もしくは、RTK-GNSS受信機・GISアプリ

4. 産地の現状と取り組む目的

農業経営の規模拡大等が進展する中、営農の省力・効率化が求められています。このような状況への対応として、生産者自らが圃場の合筆を実施し、水稻に比べて省力的な大豆、小麦などの畑作物栽培に積極的に取り組む生産者も見られます。しかし、都府県、とりわけ岩手県をはじめとする東北地域の大豆、小麦収量は低く、収量の改善が求められています。

大豆、小麦などの畑作物の収量向上を阻害する大きな要因として湿害があげられます。排水対策を行うことで、この湿害を回避し収量向上を実現することが期待されますが、より省力的かつ効果的に実施することが必要です。

近年のスマート農業技術の発展、普及の中で、様々なセンシングも営農現場で活用されており、圃場内の高低差も把握できるようになっています。そこで、本コンソーシアムでは、圃場の高低差センシングを用いた効果的な排水対策技術を営農現場で活用するための手引き書を示し、技術の普及促進に寄与する。

5. 期待される成果

圃場内の高低差センシングに基づく排水対策を実施することで湿害が軽減され、大豆、小麦の生育改善、収量向上が期待される。

6. この手引き書の活用面と留意点

本手引き書は、圃場内の高低差センシングに基づき、畑作物(大豆、小麦)の排水対策を実施する方法を紹介するものですので、下記に示す機材等が必要になります。

- ・RTK-GNSSによる高精度な位置情報を収集可能な機器等を用意する必要があります。
- ・圃場内の凹凸マップの作成には、プログラム、アプリ等の利用が必要になります。
- ・明渠施工に際しては、明渠施工機が必要となります。
- ・暗渠施工に際しては、暗渠施工機(浅層暗渠施工器)が必要になります。

第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導くポイント

1. この手引き書で伝えたいポイント

農業経営の規模拡大等が進展する中、より効率的な農業生産の構築が求められています。このよう中、スマート農業技術の活用にも大きな期待が寄せられています。スマート農業技術には、様々な技術が含まれるとともに、様々な活用方法があります。

本手引き書では、センシングを活用した効果的な排水対策技術について紹介しています。技術体系としては、高低差センシングで圃場内の凹凸を把握して水の溜まりやすそうな場所に排水対策を行うというシンプルな体系です。実際の作業は、圃場内明渠の施工など、従来の作業と異なるものではありません。

センシングを用いることで、これまで把握できなかった圃場内の凹凸や作物の生育状況などを容易かつ広範に把握できるようになってきています。一方で、生産者の方々の中には、ややハードルが高いと感じている生産者もいるかと思います。同様に、排水対策については、余計なひと手間と捉える生産者もいるかと思います。

本技術体系の円滑な普及に向けては、具体的な技術活用や計画の立て方などの方法とともに、センシングや排水対策の実施などのひと手間をかけることで経営的なメリットが得られることを具体的に示していくことも必要です。

2. 地域(産地)における取組の手順

①圃場の選定

近年、経営の大規模化が進んでいますが、大規模経営においては、多くの圃場を管理している実態があります。すべての大豆、小麦栽培圃場に排水対策を実施する考えもありますが、実際には、排水性の良い圃場もあることや労力面を踏まえ、対策が必要な圃場の優先順位に基づき対策を実施することが現実的です。

②施工時期の確認

実際の営農現場は、日々様々な作業に追われています。圃場の排水対策を行う本技術体系を円滑に実施するためには、各作物の作業スケジュールを把握したうえで、あらかじめ準備をして取り組む必要があります。まず、圃場内明渠の施工は、播種直後に行いますので、作物ごとに実施時期は決まっています。暗渠を施工する場合は、圃場が空いている期間で、かつ他作物の作業と競合しない時期を選定するのが好ましいため、年度当初等にその時期を確認しておきます。

③圃場内の高低差センシング

本技術体系では、圃場内の高低差センシングに基づき作成した凹凸マップを用いて、排水対策(圃場内明渠、暗渠)を実施します。手引き書に示した、具体的な高低差センシングの方法に基づきデータを取得し、圃場内明渠等の施工プランを作成します。凹凸が深く、大きい場所に滞水しやすいので、このような場所を通過し、額縁明渠や排水路に繋げる経路で、明渠施工プランを作成します。

④排水対策(圃場内明渠、暗渠)の実施

示された施工プラン等に基づき、圃場内明渠、暗渠を施工します。

明渠施工に際しては、排水路に接続し、確実に排水が行われるように施工します。暗渠の場合は、田面の下50cm程度の位置に施工されるので、この位置で排水路に排水できる圃場を選定する必要があります。

⑤排水対策の実施効果の確認

排水対策の実施効果の確認は、ドローンによる生育状況のセンシングや収量コンバイン等の収量データを用いて確認します。

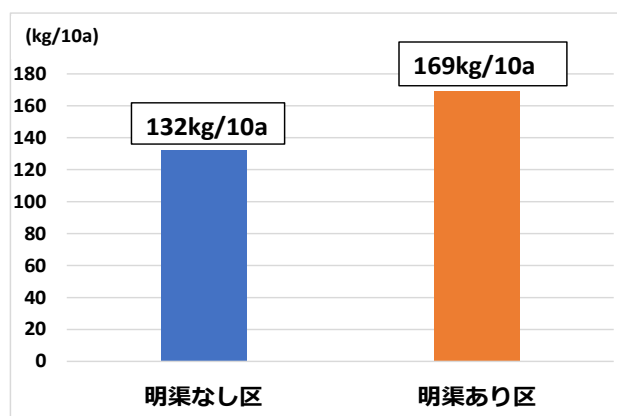
3. 導入技術定着のための要件

本技術体系構築の出発点は、中山間地における小区画圃場の効率的利用にあります。近年、大規模な担い手経営体への農地の集積が進んでいますが、その過程では、中山間地の小区画圃場も集積されていきます。これらの小区画圃場の効率的活用方法として、田面の高さの異なる小区画圃場を自ら合筆する緩傾斜合筆に取り組む生産者もいます。緩傾斜合筆では、緩い傾斜のある中山間地の小区画圃場を合筆するため、もともと圃場の高低差があるほか、省力的に合筆を行う目的から、均平作業などは行いません。したがって、合筆後の圃場内には、斜度の異なる傾斜面や窪地が残ることとなります。このような緩傾斜合筆圃場では、畑作物の栽培を行うため、窪地などの影響による湿害の発生を、排水対策を行うことで回避します。このような排水対策を行うことで、圃場の大区画化による作業能率の向上と収量向上が図られ、中山間地小区画圃場の効率的利用を実現することができます。

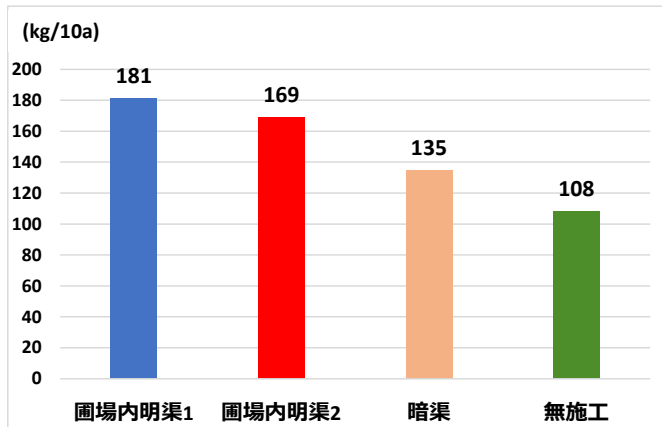
緩傾斜の小区画圃場が多い中山間地において、合筆を模索する産地が、技術普及の第一のターゲットとなるとともに、最もその効果が期待されます。

【参考】圃場内の高低差センシングに基づく排水対策技術の導入効果

「スマート農業実証プロジェクト(スマート農業産地形成実証)」令和4年度採択【畑4B2】
「ICT利用による東北地域における畑作物(大豆・小麦)収量向上サービスの実証・実装」(第4部参照)では、大豆(リュウホウ)の収量は、明渠非施工区の132kg/10aに対し、明渠施工区では169kg/10a(水分15%換算)となり、明渠施工区の収量が28%高かった。



小麦（ナンプコムギ）については、明渠のみの施工区と暗渠のみの施工区、排水対策非実施圃場（無施工区）を設けて排水対策効果を確認したところ、平均収量は、排水対策実施圃場の162kg/10a（135～181kg/10a・水分12.5%換算）に対し、無施工区が108kg/10aで、排水対策実施圃場の平均収量が約50%（25～68%）高かった。



(https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/r4/files/r4_hata_b2_2.pdf)

第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況 (ケーススタディ)

1. 実地指導の実施状況とその結果(ケーススタディとして)

(1) 実施体制

支援チーム	役 割
農研機構東北農業研究センター	代表・技術導入支援・手引き書作成
岩手県農業研究センター	技術導入支援・手引き書作成
岩手県農林水産部農業普及技術課農業革新支援担当	産地育成支援

技術導入する産地	役 割
全国農業協同組合連合会岩手県本部営農支援部	現地指導のコーディネート
新岩手農業協同組合	現地指導のコーディネート
岩手県盛岡農業改良普及センター	実証経営体への技術導入指導
岩手県二戸農業改良普及センター	実証経営体への技術導入指導
有限会社 ファーム菅久(岩手県雫石町)	実証経営体
農事組合法人 金田一営農組合(岩手県二戸市)	実証経営体

スマート農業技術活用による産地支援に際し、技術導入が円滑に実施されるよう2つの経営体のほかに普及関係機関等にも参画してもらいました。まずは、経営体への技術導入を第一の目的としますが、広範な産地への普及を考える場合、普及関係などの支援機関と共同で取り組むことで、普及活動が行いやすくなります。

本コンソーシアムで取り組んだ「転換畑におけるセンシングを活用した大豆、小麦の省力・効果的な排水対策」は、スマート農業実証プロジェクト(産地形成実証)でその効果を実証した技術体系であり、支援チームは、この実証プロジェクトに取り組んだ3機関が担当しました。

技術導入する産地として、大豆では岩手県二戸市の金田一営農組合と二戸農業改良普及センター、小麦では岩手県雫石町のファーム菅久と盛岡農業改良普及センターが参画しました。また、両地域を管轄する新岩手農業協同組合のほか、JA全農いわて営農支援部も参画しました。

(2) 取組の実施状況

技術導入支援の具体的内容については、各ケーススタディの節で紹介しますが、本コンソーシアムでの取組概要を簡単に紹介します。

2つの経営体での具体的な技術導入のほか、参画した農業改良普及センターやJA全農いわてなどの協力を得て、セミナー等で技術体系を紹介しました。例えば、令和6年度には、盛岡農業改良普及センター管内での「小麦播種前研修会」やJA全農いわての「農家手取り最大化プロジェクトセミナー」のほか、「令和6年度花巻市農業振興大会」などで技術情報を発信し

ました。令和7年度には、岩手県小麦栽培研修会との併催で本技術体系の紹介を行う「小麦排水対策研修会」を雫石町で開催したほか、二戸市で開催された「令和7年度データ駆動型農業推進事業現地技術交流会」において大豆の排水対策技術を紹介しました。また、「令和7年度福島型農業DX推進事業指導者向けセミナー」や「スマート農業推進フォーラム2025in東北」など、産地外においても技術情報の発信を行いました。

普及関係機関等の協力によって開催されたこれらセミナーは、技術開発側から技術情報を発信する機会となったわけではありません。参加した生産者からの質問や意見をその場で直接やりとりし、本技術体系に対する生産者の理解を深める機会となったことは、今後の普及の後押しとなるものです。

(3) 大豆の排水対策実地指導のケーススタディ

1) 排水対策実施圃場の選定

大豆の排水対策の取組は、岩手県二戸市の金田一営農組合を技術導入する経営体として実施しました。当該経営体は、2025年では、約83ha(保全管理含む)の農地で、水稻31ha、大豆30ha、そば14haなどを栽培しています。管理する筆数は、687枚にのぼり、多くの小区画圃場で耕作を行う一方、作業の効率化、省力化に向け圃場の合筆と畑作物栽培にも取り組んでいます。圃場の合筆については、畑作物栽培を目的に、中山間地の田面差のある圃場の畦畔を自ら壊し、省力的に合筆する緩傾斜合筆にも取り組んでいます。

緩傾斜合筆は、生産者が自身で実施可能で、省力的に合筆を行うことを目的とするため、合筆後の圃場の均平作業は行っていません。したがって、圃場内に斜度の異なる傾斜面などが残り、圃場内に水のたまる窪地が発生しやすいため、畑作物栽培に際して、有効な排水対策が求められます。このような取組を行っている経営体での圃場選定に当たっては、始めに当該経営体へのヒアリングを行います。多くの生産者は、自身の管理する圃場について、「あの圃場は湿害がよくでる」「いつもぬかるんでいて作業がしにくい」などの特性をある程度把握しているからです。これら経営体からの意見も踏まえ圃場選定を行います。

本取組においても、このような実態について経営体にヒアリングを行い、圃場を選定しました。

経営体からのヒアリングが終わり、ある程度、対象圃場の絞り込みが終了した段階では、実際に圃場を見て、排水性の悪い要因を確認します。隣接する用水路等からの漏水などが明白な場合は、まずは、その対策をすることが必要です。湿害には、土壌条件や地下水位、周辺からの水の流入などの様々な要因が影響しますが、明確な水の流入など、容易に原因が分かり対策が可能な場合は、排水対策の前にその対策も検討します。

本取組では、圃場区画は大きい(1.1ha)ものの圃場の片側の端が、常に



図1 滞水した圃場

湿潤状態にある圃場(図1)と、初年度に二つの少区画圃場(30a程度)を緩傾斜合筆(図6参照)した2か所の圃場で排水対策を実施しました。

なお、排水を確実に行うには、暗渠、明渠(額縁明渠、圃場内明渠)とも排水路に確実に繋げる必要があります。暗渠の場合は、田面の下50cm程度の位置に施工されるので、この位置で排水路に排水できる圃場を選定する必要があります。圃場内明渠については、額縁明渠や排水路に繋げるように施工し、額縁明渠等からも確実に排水が行われているか確認します。

また、暗渠と明渠(額縁明渠、圃場内明渠)のどちらを施工するかについてですが、明渠(額縁明渠、圃場内明渠)は、圃場表面の余剰水を排出するのに対し、暗渠は明渠で排水されない圃場表面と地下の土壌中(田面下50cm程度)の余剰水を排出します。その排水特性は異なりますが、明渠が殆どの圃場で容易に施工できるのに対し、暗渠は、先に示した排水路の位置(高さ)に規定されるほか、労力的に明渠よりは負担が大きくなります。圃場の状況や栽培計画、施工可能な時期や経営の状況に合わせてどちらを施工するか、あるいは双方を施工するかを判断していくこととなります。

2) 施工時期の確認、設定

経営体が所在する東北地域での大豆栽培は、概ね6月頃から播種を行い、10月中旬～11月下旬にかけて収穫するのが一般的です。

本技術体系での圃場内明渠施工は播種直後に行うため、6月の播種直後に圃場内明渠の施工を行いました。明渠自体は、短時間で施工可能ですが、トラクタとオペレーターは必要なので、播種作業との兼ね合いの中で施工計画を立てておく必要があります。また、大豆栽培では、播種直後に土壌処理剤を散布するのが一般的です。できるだけ除草剤の効果を損なわないように、播種-明渠施工-土壌処理剤散布の手順で行うのが望ましいです。

また、別の事例ですが、播種翌日の明渠施工を計画していたところ、継続的な降雨で明渠施工前に出芽してしまったことがあります。結局、大豆の出芽後に施工しました。出芽後の圃場内明渠施工では、トラクタで大豆を踏むことになります。大豆へのダメージの大きさは明確ではありませんが、作物へのダメージをできるだけ少なくするためには、播種当日の施工を計画するのが望ましいです。

暗渠については、圃場に作物がない時期に施工することになるため、大豆栽培中の6月～11月頃を除いた時期に施工します。しかし、経営体の所在する地域では、冬季は積雪があるため、施工可能な時期は、4～5月、もしくは、収穫直後～12月初旬の雪が降るまでが施工可能な時期ですが、水稻など他作物の作業との競合も考慮して施工しなくてはなりません。水稻の育苗作業の開始時期も踏まえ、最終的に、4月上旬(2025.4.1)に施行しましたが、直前まで残雪があるような状況でした。

降雪など不確定な状況もありますが、一般的に、4月～5月は水稻の様々な作業で忙しくなるため、育苗作業の開始前など、比較的他作業との競合が少ないと考えられる時期を選んで計画的に実施する必要があります。

3) 圃場内の高低差センシング

本技術体系では、圃場内の高低差センシングから作成される凹凸マップに基づき、明渠の

施工場所を決定するので、まずは、圃場内の高低差センシングを行う必要があります。本技術体系で用いるセンシングデータは、緯度、経度、高度の位置情報です。まず、この位置情報を取得します。その方法は、次の三つがあります。

以下で紹介する三つの方法では、いずれもカーナビゲーションシステム等のGNSS (GPS) よりも精度が高いRTK-GNSSを用います。RTK-GNSS を利用するためには、RTK-GNSS に対応した子機（受信機・トラクタ等の農機に装着する）と、子機に補正情報を送るための基地局が必要になります。基地局から子機へ補正情報を送る方法としては、デジタル簡易無線機を利用した無線式と、インターネットを利用する方法があり、それぞれに対応した機器が必要となります。

一つ目の方法は、トラクタの自動操舵装置の位置情報（作業軌跡）を用いる方法です。トラクタの自動操舵装置は、RTK-GNSSによる位置情報を用いて作動するものがあります。自動操舵装置自体は、緯度、経度データのみを利用しますが、同時に高度データも取得されており、このデータを用いることで、圃場内のどの場所が低く、どの場所が高いのかを把握する高低差センシングを行うことができます。データの収集法としては補正情報を受信するスマートフォンでの収集や、汎用的なデータロガー（RS232C用データロガー）で収集する方法があります。

二つ目は、RTK-GNSS受信機をトラクタに搭載して作業軌跡データを取得する方法です。自動操舵装置は、最近では様々な価格帯の機器が発売され、以前よりは低価で入手できますが、自動操舵装置を導入していない経営体では、RTK-GNSS受信機を導入することで、安価に必要な位置データを取得することができます。安価に利用可能なRTK-GNSSシステムの構築には、岩手県農業研究センターより発行されている「活用しよう！農業で利用する低コストRTK-GNSS導入マニュアル（2023）」や、「低コストRTK-GNSSデータロガー活用マニュアル（2022）」等が有益な情報を多く含んでおりますのでご参照ください。

なお、自動操舵装置やRTK-GNSS受信機を用いて必要な位置データを取得する場合は、耕起作業時の土壌の塊や盛り上がりなどのトラクタの挙動が大きくなるような誤差要因が少なくと考えられる、碎土整地作業後の播種時のデータを用います。したがって、播種を行うトラクタに自動操舵装置やRTK-GNSS受信機が搭載されている必要があります。

GNSS受信機や自動操舵装置から取得されるデータは、NMEA0183フォーマットのテキストファイル形式で保存されており、USBメモリやSDカードでPCへ移動します。これらのデータから圃場の高低差データや窪地データを検出するには、農研機構職務作成プログラムのうち、「農作業ログの自動解析・凹凸分布表示プログラム（2023）」を利用することができます。本プログラムでは、PC上にて対象圃場の外形情報とRTK-GNSS受信機から記録したログをもとに、圃場内の高低差分布や窪地の分布を計算することができます。図2ではプログラムを利用してデータを編集した様子を紹介します。

図2の左から、トラクタから取得されたGNSSログ、ログをもとに解析された高低差分布、高低差分布をもとに解析された窪地の分布を示しております。解析にはプログラムの他、解析したい圃場の圃場図も必要となります。プログラムの詳しい情報につきましては、第4部、参考資料をご参照ください。また、同様の解析はGISソフトウェア（QGISやArcGIS）を用いて実施することができます。

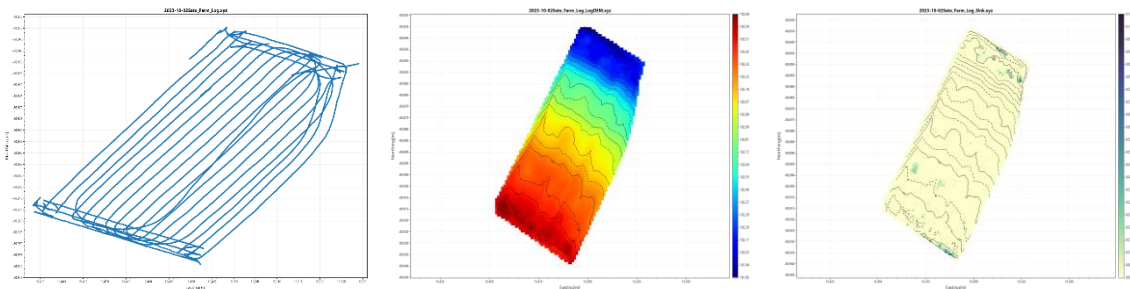


図2 RTK-GNSS受信機等から収集されるログファイルをもとにした解析事例

三つ目の方法としては、RTK-GNSSドローンの空撮データを用いる方法です。RTK-GNSSドローンを用いる場合には、通常の営農作業に加え、ドローンを飛ばす調査作業が必要になります。しかし播種時のトラクタ作業軌跡データ（一つ目や二つ目）を用いる場合に比べ、碎土整地作業後に事前にデータ取得ができます。そのため、播種作業軌跡のデータをすぐに明渠施工に利用する場合と比べて、明渠施工までに解析を実施する時間的余裕を生み出すことができます。

RTK-GNSSドローンの空撮データから圃場の高低差や窪地を抽出するには、画像から高低差の分布を3次元で生成する処理と、高低差の分布から窪地を検出する処理を、3次元再構成アプリ（Pix4dmapper(Pix4d社)やMetashape (Agisoft社)）、GISアプリ（Arc-GISやQGIS）を用いて実施することができます。詳細なデータ編集方法は、農研機構「ドローンを用いたほ場計測マニュアル（不陸(凹凸)編改訂版)+(応用事例編)」をご参照ください。また土木業界で普及が進められている、ドローン測量技術と同様の手法であるため、KUMIKI（株式会社スカイマティックス）などが活用可能です（参考：スマート農業技術導入手引き書「ドローン測量を用いた水田における均平化技術の活用のための手引き」）。

また、今回の取組の際にもオペレーターへの情報伝達が十分ではなく、RTK-GNSS受信機を搭載する予定のところ、既に播種が始まっており、RTK-GNSSドローンでデータ取得を行ったケースがありました。このような場面においてもRTK-GNSSドローンは有効に活用できます。

なお、今回の取組では、RTK-GNSS受信機とRTK-ドローンを利用しましたが、データの取得と凹凸マップの作成は東北農業研究センターが担当しました。ここに記載した方法で、データ取得からマップ化までを行うことができますが、営農現場での広範な利用を図る上では、マップ化までを容易に行えるアプリケーションの開発も必要であり、今後、取り組んでいく予定です。

4) 排水対策(圃場内明渠、暗渠)の実施

①圃場内明渠の施工

取得した位置データを基に、パソコンのプログラムを用いて、図3のような凹凸マップが作成されます(2024.6.19)。色の濃い雲のような部分が周辺より低い窪地で水が溜まりやすい場所です。

この圃場は、30a程度の小区画圃場2枚を合筆した圃場ですが、田面の高低差が小さかったため(20cm程度)、畦畔跡周辺には大きな窪地等は確認できませんでした。

点線で示したのが圃場内明渠の施工プランです。明渠を施工する際に一番大事なのは、確

実に排水が行われるように明渠を排水路に連結することです。

額縁明渠を通して排水路に連結することで問題ありませんが、この圃場では、額縁明渠がなく、排水路も片側にしかなかったため、凹凸マップの窪地を確認したうえで、排水口から扇状に深い窪地周辺を明渠が通るように施工しました。水田転換畑では、圃場内の1~2か所に排水口が設けられているのが一般的ですので、額縁明渠を施工しない場合は、排水路に繋がる、この排水口と明渠を連結させます。

実際の施工状況を示したのが図4になります。明渠施工機には、様々なものがありますが、本取組では、ロータリ式の明渠施工機を用いました。明渠施工はトラクタ1台(30~50馬力程度)と明渠施工機を用いて行い、短時間で施工できます。

圃場内明渠施工時のポイントを簡単に整理すると①凹凸マップで圃場内の窪地を確認②額縁明渠や排水路などの排水経路を確認③深く、大きい窪地を優先し、そこと排水経路を繋げるように明渠施工プランを作成④施工を実施するという流れになります。

なお、明渠の施工位置、本数は、現在のところ凹凸マップの状況や労力を考慮して人が判断し決定しています。圃場の状況にもよりますが、これまでの実証の中では、圃場内の窪地が明確に判断できる場合も多く、特に、優先的に施工した方が良いと判断される場所については、生産者でも確認可能です。

今後は、機械学習等を活用して自動的に施工経路等を表示するシステムの開発にも取り組んでいく計画です。

②暗渠の施工について

本取組では、暗渠も施工しました。これまでの研究では、暗渠の施工も圃場内のより深い窪地周辺に施工することで、より大きな効果が得られることが示されています(近藤ら2024)。しかし、排水路の位置(高さ)や礫の状況により、必ずしも理想的な位置に施工できないケースもあるため、今回は、排水路の位置、圃場の湿潤状況、生産者の経験を参考に施工場所を決定し、凹凸マップは施工後の位置確認のための参考に用いました。

本取組で用いる暗渠施工機は、浅層暗渠施工器(参考資料)と呼ばれるものです。その特徴は、生産者自身での施工が可能で、80馬力程度のトラクタを使って実施できることです。

浅層暗渠施工には、浅層暗渠施工器とこれに用いるトラクタのほか、補助溝を施工するため

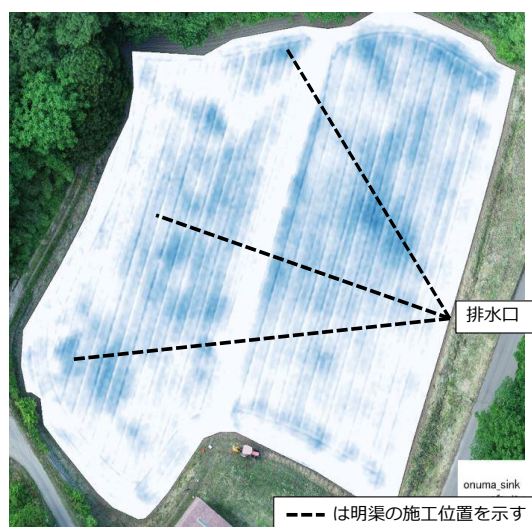


図3 凹凸マップと明渠施工プラン



図4 明渠の施工状況(2025.6.20)



図5 暗渠の施工状況(2025.4.1)

の溝掘機(トレンチャーなど)、サブソイラとこれらに使用するトラクタ(50馬力程度)、暗渠管の末端の処理(埋め戻し)や排水路に繋げる際に使うバックホーが必要です。また、資材としては、暗渠管と補助材(疎水材)としてのもみ殻が必要になります。疎水材は砂利などを使用する事例もあります。入手しやすいもの、コストを考慮して選定してください。

先に示した通り、暗渠施工は、圃場に作物がない時期に施行する必要があるうえ、ある程度圃場が乾いた状況でないと施工できないため、計画的な施工が必要です。本取組では、雪融け直後の4月初旬に実施しました(図5)。

5)排水対策実施効果の確認

図6は圃場内明渠施工後の大豆の生育状況をドローンで撮影したものです。左側が、播種後18日(2024.7.8)、右側が播種後29日(2024.7.19)の画像です。湿害の発生もなく初期生育は良好な状況にありました。このように、ドローンで上空から撮影することで作物の生育状況を確認できます。なお、この圃場では、初期生育は良好でしたが、生育途中から雑草害(主にアレチウリ)が発生してしまい、最終的には、圃場全体を覆う状況になりました。

また、図7は、2025年に暗渠を施工した圃場の大豆の生育状況(2025.7.15)です。2025年は、湿害より、乾燥害の方が懸念されるような状況ではありましたが、暗渠施工圃場(圃場内



図6 圃場内明渠施工後の状況と大豆の生育状況

明渠も施工)の大豆の生育状況はよく、生産者からも暗渠の施工により、圃場の泥濘は、大きく改善されたとの感想を頂きました。しかし、この圃場においては、2024年はそこまでの雑草害は確認できなかったのですが、2025年は最終的には、雑草に覆われるような状況になってしまいました。

本取組の主目的は、大豆の排水対策でしたが、収量には、雑草害も大きな影響を与えるため、改めて雑草防除の重要性も認識する結果となりました。

経営体の大豆栽培では以上のような排水対策を実施してきました。排水対策を実施した二つの圃場では、特に湿害の発生も見られず、初期成育は良好でしたが、いずれの圃場も雑草害が発生し、圃場を覆いつくすような状況になりました。今後は、湿害とともに雑草害の対策も積極的に取り組む必要があります。

この経営体では、自動操舵装置も導入しており、2年目の2025年の明渠施工は自動操舵装置を用いて行うなどの取組も行いました。自動操舵装置の作動に用いるRTK-GNSSの位置情報には、圃場内の高低差センシングを行う際に必要な高度(高さ)情報も含まれているため、自動操舵装置の有効活用の新たな方法として、圃場の高低差センシングに基づく排水対策が定着することが期待されます。



図7 暗渠施工圃場の大豆生育状況

(4) 小麦栽培に対する実地指導のケーススタディ

1) 排水対策実施圃場の選定

小麦の排水対策の取組は、岩手県雫石町の(有)ファーム菅久で実施しました。ファーム菅久における2025年の作付けは、小麦40ha、水稻80haであり、小麦栽培圃場では、自ら小区画圃場の畦畔を壊し、合筆、大区画化する緩傾斜合筆にも積極的に取り組んでいます。

排水対策実施圃場の選定に際しては、まず、経営体へのヒアリングを実施しました。この中で、経験的に湿害に困っている緩傾斜合筆圃場エリアを提案され、これを第一候補としました。次に現地確認を行い、このエリアで排水対策を実施することとしました。このエリアは、もともと田面の高低差がある10a程度の水田数枚を緩傾斜合筆して40~60a程度の区画の圃場としたエリアです。生産者が自ら実施した緩傾斜合筆圃場であるため、圃場内に凹凸が残っている状況でした。



図8 前作小麦の生育状況(2024.5.13)

また、本取組は、2024年4月からの開始ということで、小麦については、排水対策実施前の生育状況が確認できる状態だったため、ドローン撮影を行い、湿害等の発生状況を確認しました。

その状況を示したのが図8です(2024.5.13)。この時期になると圃場の横からでは、圃場内の生育状況をよく確認することはできませんが、ドローンを使い、上空から観察することで、生育状況や生育不良の分布を容易に把握することができました。

最終的にA~D圃場で、排水対策を実施しましたが、何れの圃場も湿害等が発生していると思われる部分が図から確認できます。このうち、AとB圃場は、生産者からのヒアリングでも圃場がぬかるみ、作業に支障が出るような状況とのことだったので、地下の土壌中の余剰水も排水できる暗渠を施工することとしました。Aの圃場は、湿害の発生している真ん中の部分が窪んでおり、水が滞留しやすい場所であったため、この部分に暗渠を施工しました。Bの圃場は、湿害の発生している部分の横(写真B左端)に用水が通っており、常時、ここから漏水している状況が確認できたため、この用水に沿った部分の下に暗渠を施工することとしました。次に、C、Dの圃場については、圃場内の高低差センシングを行い、明渠を施工することとしました。

このように、排水対策実施前の作物の状況を確認することでも湿害の発生状況等を確認できます。

2) 施工時期の確認、設定

当該エリアでの小麦栽培は、9月下旬頃から10月上旬頃に播種が行われ、6月下旬から7月上旬にかけて収穫が行われます。そのため圃場内明渠施工は、播種が行われる9月下旬から10月上旬頃にかけて行うこととなります。この時期は、水稻の収穫と重なる場合も多いと思いますので、スケジュールの確認等を行っておく必要があります。

この取組の中でも播種直後の降雨で、小麦の出芽後の明渠施工となったケースがありましたが、大豆に比較して、小麦をトラクタで踏みつける際のダメージは小さいと考えられ、経営体側としても特に問題ないとのことでしたので、出芽後の圃場がある程度乾いた状態の時に施工しました。経営体では、小麦の播種直後の土壌処理剤散布は行っていないため、土壌処理剤散布作業の前に急いで圃場内明渠施工を行う必要はありませんでした。

なお、圃場が湿ってやわらかい状態での明渠施工は、トラクタの大きな轍を作り、新たな滞水箇所になる可能性もあるため、圃場状況を確認したうえで施工するのが望ましいです。

一方、暗渠施工については、小麦圃場の場合は、7月中旬から9月中旬頃の夏にかけて圃場に作物のない状態があり、この時期は圃場も乾燥しやすいほか、他作物との作業競合も少なく、暗渠施工は比較的实施しやすい時期と考えられます。なお、副資材としてもみ殻を利用しましたが、この時期は、一般にもみ殻が少ない時期であるため、計画的に準備しておく必要があります。

3) 圃場内の高低差センシング

高低差センシングのデータ取得方法の詳細については、大豆の部分で紹介したので省きますが、小麦の取組では、RTK-GNSSドローンとRTK-GNSS受信機(図9)を用いて、それぞれの手法で圃場内の高低差センシングを行いました。しかし、RTK-GNSS受信機を播種時のト

ラクタに設置して実施した際に、途中でデータが欠落する状況などもあったため、最終的にはRTK-GNSSドローンのデータを用いました。

今回のケースは、RTK-GNSS受信機の不具合で発生したと考えられますが、スマート農業機器の利用場面では、機器や通信の不具合は、度々、起こりますので、機器の確認等は、出来るだけ丁寧に実施しておくのが望ましいです。



図9 キャビンの中に設置したRTK-GNSS受信機

4) 排水対策(圃場内明渠、暗渠)の実施

①圃場内明渠施工について

取得した位置データを基に、パソコンのプログラムを用いて、右の図10のような凹凸マップが作成されます(2024.10)。大豆のマップと同様に色の濃い雲のような部分が周辺より低い窪地で水が溜まりやすい場所です。

この図には、四つの圃場の凹凸マップが示されていますが、同じ緩傾斜合筆圃場でも圃場内の凹凸が少ない圃場も確認できます。本取組では、先にも示した二つの圃場(図C、D)で圃場内の高低差センシングに基づき圃場内明渠を施工しました(点線が明渠)。

圃場C、Dについては、圃場内明渠を施工した方が良くと考えられる場所を比較的容易に判断できるものと思います。なお、図10に示された全ての圃場は、左側から右側の横方向にかけて傾斜があります。このような緩傾斜合筆圃場では、これまでの実証結果から、傾斜に対して直行方向(横方向)に圃場内明渠を施工した方が明確な効果が確認できていますので、C、Dの圃場でも圃場の傾斜方向に対して直行方向(横方向)に圃場内明渠を施工しました。施工した明渠の状況は、図11のようになります。



図10 凹凸マップと明渠施工プラン



図11 明渠の施工状況(2024.10)

②暗渠施工について

「排水対策実施圃場の選定」の項でも紹介しましたが、経営体からのヒアリング、現地圃場

確認を経て、二つの圃場で、大豆のケースと同じ浅層暗渠施工器を用いた暗渠の施工を行いました。小麦圃場に作物がない、2024年8月の施工だったため圃場も乾燥しており、スムーズに施工することができました。(図12)

圃場Aでは、圃場のほぼ中心である暗渠を施工しようとした位置に、上の圃場からの配水管が通っていたため、確認後少しずらした位置に暗渠を施工しました。このように、暗渠の場合は、排水路の位置(高さ)や礫のほか、他の構造物等がある可能性もあるため、それらを確認して施工する必要があります。圃場Bでは、圃場の上部にある用水からの漏水の影響が確認できたため、この用水に沿って暗渠を施工しました。この暗渠からは、年間を通して常に排水があり、湿害には様々な要因が影響することも改めて確認できました。(図13)

5) 排水対策実施効果の確認

このようにして排水対策を実施した圃場の生育状況をドローンで確認したのが、図14です(2025.5.15)。暗渠を施工した圃場A、Bでは、前作を撮影(2024.5.13)した、図13と比較して、湿害が縮小していることがわかります。

明渠を施工した圃場C、Dについては、明渠を施工した周辺に一部改善した部分もありますが、明渠や圃場内の窪地とは関係ない場所で生育が悪くなっている部分が確認できました。

このような生育の悪い部分が発生している要因としては地力が考えられます。小麦は、大豆に比較すると肥料の影響を強く受けます。技術導入した圃場は、いずれも畦畔を除去して緩傾斜合筆を行った圃場です。ドローン画像から生育の悪い場所を確認すると、合筆前に畦畔であったと考えられる場所のほか、目視でも圃場の土の色が異なる部分と重なっていることがわかりました。要因は明確ではありませんが、畦畔部分の地力が極端に低下していることや、土壌の保肥力が低い場所が圃場内に局所的



図12 暗渠の施工状況(2024.8)



図13 暗渠の施工位置(赤線・背景は前作)



図14 排水対策実施後の小麦の生育状況
(白い点線は明渠の位置)

に存在している可能性が考えられます。

このような部分に対しては、追肥や基肥可変施肥などを行うことで改善する可能性も考えられます。

小麦においても収量には湿害以外の要因も影響しますので、必要な対策を講じることでさらなる生育の改善が期待されます。いずれにしてもドローン等を用いて、センシングを行うことで、生育状況の確認、要改善点を抽出することができます。

経営体からは、排水対策の実施により、生育の改善が図られたとの評価が得られた一方、作業に追われる中、排水対策にひと手間かけるのは、そう簡単ではないとの意見も聞かれました。

現在、様々な作業受委託も行われていますが、排水対策についても、作業受託を行う事業体の育成なども本技術体系の普及を図る上では有効と考えられます。

(5) まとめ

技術体系自体は、圃場内の高低差センシングから凹凸マップを作成し、凹凸マップに基づき排水対策を実施するというもので、比較的シンプルな体系であり、取組を行った経営体からも特段の疑問等は寄せられませんでした。

大規模な経営体においては、全てを一経営で担うという方法も十分ありうると考えます。まず、①の実施圃場の選択は、各経営体が営農の中で実感している湿害の課題に応じて、実施圃場を選択し、②の施工時期の確認も各経営のスケジュールに合わせて実施すれば問題ありません。一番の課題は、③の高低差センシングから凹凸マップの作成の部分です。今回は、経営体と協力して農研機構東北農業研究センターが担うことで実施しましたが、現状では、パソコンを利用したプログラムやアプリを利用する必要があるため、より簡便に利用できるよう改善も課題です。また、普及機関等を対象とした研修会などを開催して、生産者の取組をサポートできるように取組の構築も有効です。④の施工自体は、施工機の導入の問題はあるかもしれませんが、施工自体には大きな問題はないと考えます。⑤の効果の確認については、生産者自ら行うことも可能ですし、近年普及しているセンシングサービスなどを活用するののも一つの方法です。

自動操舵装置の主な導入目的は別ではありますが、現在の導入価格は、100～300万円程度です。RTK-GNSS受信機は、補正情報を取得するスマートフォンと同時に用いる必要があり、両方を合わせても11～12万円程度です。RTK-ドローンは価格変動もありますが、80～90万円程度です。明渠施工機は、150～160万円程度です。浅層暗渠施工器は、依頼注文ですが、4年前の発注時の価格は250万円程度でした。大豆、小麦や他作物と汎用利用することで費用低減を図ることができます。

暗渠や明渠施工機自体は、それなりの価格はしますが、高低差センシングはRTK-GNSS受信機を用いれば、比較的安価に実施できます。

経営体の実態、ヒアリングからも、まずは、播種が優先で、時間を割いてまで排水対策を実施するのは、二の足を踏むという状況でした。本技術体系の普及には、排水対策を行った効果を生産者と共有することが必要であり、その効果を実証的に示すことで、排水対策への優先順位も向上してくるものと考えられます。

第4部 参考資料

1. 参考資料一覧

(1) 第2部で使用した付属資料

「スマート農業実証プロジェクト(スマート農業産地形成実証)」令和4年度採択【畑4B2】
「ICT利用による東北地域における畑作物(大豆・小麦)収量向上サービスの実証・実装」(成果集)

https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/r4/files/r4_hata_b2_2.pdf

(2) 第3部で使用した付属資料

農研機構東北農業研究センター「トラクタで利用できる浅層暗渠施工器 ～暗渠の施工と排水機能の維持管理～」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/061567.html

岩手県農業研究センター(2022)「低コストRTK-GNSSデータロガー活用マニュアル」

https://www.pref.iwate.jp/agri/_res/projects/project_agri/_page_/002/004/371/low-cost_rtk1.2.pdf

岩手県農業研究センター(2023)「お手軽スマート農業シリーズⅠ 活用しよう!農業で利用する低コストRTK-GNSS導入マニュアル」

https://www.pref.iwate.jp/agri/_res/projects/project_agri/_page_/002/006/815/01_rtk-gnss_manual.pdf

農研機構職務作成プログラム(2024)「機構-L19 農作業ログの自動解析・凹凸分布表示プログラム」

<https://www.naro.go.jp/collab/program/laboratory/tarc/163315.html>
(問い合わせ)

<https://www.naro.go.jp/inquiry/program.html>

近藤琳太郎・田中惣士・藤竿和彦・宮路広武(2024)「緩傾斜合筆圃場の窪地近くに暗渠が施工されているとダイズ初期生育が大きく改善する」『農研機構東北農業研究センター研究成果情報』

https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/tarc/2024/tarc24_s04.html

スマート農業技術導入手引き書「ドローン測量を用いた水田における均平化技術の活用のための手引き」

https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/katsuyo-sanchi-shien/files/C05_2.pdf

農研機構技術マニュアル(2021)「ドローンを用いたほ場計測マニュアル(不陸(凹凸)編改訂版)+(応用事例編)」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080528.html

2. 現地指導で用いた技術

- ・圃場内の高低差センシング
- ・圃場内明渠施工技術
- ・暗渠施工技術

3. この手引き書の著作権について

本手引き書の著作権は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構に帰属します。

この手引き書の問い合わせ先

農研機構東北農業研究センター

Email: sh-www-tohoku@naro.affrc.go.jp

本事業は、農林水産省「スマート農業技術活用産地支援事業」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ

<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>