

日本海側砂丘地・気候における 砂丘畑地パン用小麦の栽培技術マニュアル

web版



農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」（課題番号：29021C）「日本海側砂丘地・気候におけるICTを活用した高品質小麦の安定・省力生産技術の開発」（平成29年度～令和元年度）の成果です。

●免責事項

- ・本マニュアルへの情報の掲載は注意を払っておりますが、本マニュアルを利用することにより生じたあらゆる損害等について、理由の如何に係わらず一切責任を負いません。
- ・本マニュアルの内容は特に注意書きがない場合には2020年3月2日時点の情報をもとに記載してあります。作成された時点での法的基準等に応じた内容になっています。
- ・農薬の使用にあたっては最新の農薬登録情報を参照してください。本マニュアルにある農薬は2020年3月2日現在の情報です。

はじめに

日本海側の東北・北陸地域では、米の栽培を中心に発展してきたという経緯があります。米と並んで世界の主要農産物である小麦の我が国における生産量は、一時期激減しましたが、2000年頃から育種・研究開発が進められ、日本でもパン用の強力小麦が実用化されるまでになっています。また、日本めん用小麦に関しても良品質の品種が開発されています。これにより、実需者からはパン用を中心に地場産小麦に対するニーズが高まっていますが、日本海側地域ではニーズに十分応えるだけの生産量には至っていないのが実情です。

そこで、新潟県でタバコ栽培農地の廃作地である砂丘畑地での高タンパク・パン用小麦栽培に取り組んできました。日本海側の砂丘畑地（砂質土壌）は、養水分が流亡し易い土壌特性と秋から冬の寡日照、多雨、多雪という気候特性があります。これらのことから多くの窒素肥料を必要とします。砂丘畑地はほ場により高低差や傾斜の有無や前歴などにより様々な土壌環境があること、小麦栽培の作業効率を上げるため耕作放棄地や休耕地を合筆（50a～1ha）したこともあり、タンパク質含有率が10～14%とばらつきが大きくなっています。低タンパク質含有率であった土壌には、栽培期間中を通じ施肥量を多く、こまめに5回追肥するとタンパク質含有率が増大することを当研究グループでは見いだしましたが、労力がかかる上に、灰分含量が多くなる場合もあり得られた粉の色も劣りました。一方、砂丘畑地の利点としては、他の産地と異なり砂質土壌であり水はけが良いため日本海側でも計画的な作業がし易く、保水性や保肥性が低いですが、養水分の管理技術により制御できます。実需者にとって排水性の良いほ場で栽培した小麦から得た小麦粉は良質で、製粉会社やリテールベーカーリーから評価も高く、小麦の品質さえ安定すれば優れた小麦といえます。

そこで、農研機構中央農業研究センターを中心に、新潟県、実需者、生産者と3年間にわたって共同で研究を行い、現地でのデータを収集して日本海側砂丘地・気候における砂丘畑地パン用小麦の栽培技術マニュアルを作成しました。このマニュアルには、砂丘畑地での省力栽培法、ICTを利用した追肥設計、パン用小麦の新品種導入、砂丘畑地へのパン用小麦の導入による経営効果などを解説しています。このマニュアルを基に日本海側砂丘畑地におけるパン用小麦の導入のきっかけとしていただければと考えております。

本マニュアルは、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」により実施した研究成果をとりまとめたものです。特に、試験は新潟市の砂丘畑地の現地農家のほ場において実施され、貴重なデータを取ることができました。ご協力をいただきました生産者や普及機関の皆様には感謝いたします。あわせて、これらの研究を担当された皆様、これらの研究を支えてくださった皆様に対して、感謝の意を表します。

2020年3月

研究総括者 関 正裕

【目次】

はじめに

1. 準備編

①本技術の対象・特徴	1
②砂丘地の小麦栽培について	4

2. 基本技術編

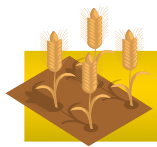
1) 「ゆきちから」の砂丘畑地の栽培暦・技術体系	
①品種「ゆきちから」とは	8
②砂丘畑地での栽培のポイント（栽培暦）	10
③水田転換畑での栽培	12
2) 播種	15
3) 追肥	22
4) 除草体系	25
5) 赤かび防除	29
6) 収穫・乾燥	
①収量コンバインによる計測	33
②コンバインの清掃	37
③循環型乾燥機の清掃	42
7) 品質	
①製パン性	47
②醤油加工性	49

3. 応用編

1) 省力追肥	
①省力追肥体系について	50
②防除同時施肥について	52
③尿素溶液の作り方について	55
2) タンパク質含有率向上のための生育診断	
①ほ場ごと収量・品質の履歴およびNDVIを利用した開花期追肥量診断	61
②携帯型NDVIセンサの測定値とGNSSによる位置情報の記録方法	65
3) 新品種「夏黄金」	74
4) 新品種「ゆきはるか」	76

4. 実践編

①実証試験地の概要	78
②3年間の気象状況	79
③生育状況および管理作業について	81
④灰分含有率について	83
⑤収量・品質について	85
⑥経営費・労働時間等	87



1 準備編

① 本技術の対象・特徴

【本マニュアルについて】

本マニュアルは、農林水産省平成29年度「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業 実用技術開発ステージ」（現「農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」」）に採択され、2017年度～2019年度の3カ年で実施した試験・研究結果を元に成果を活用してもらうためマニュアルとしてまとめたものです。

はじめてパン用小麦に取り組む生産者や普及関係者に利用してもらうことを目的としているため、パン用小麦栽培における一般的な内容についての記載が多くあります。また、わかりやすいように機械、農薬、資材などの商品名を記載してある場合があります。

1. 対象者

- ・パン用小麦の栽培に興味のある生産者
- ・6次産業化などを目指しパン用小麦生産を行う企業
- ・パン用小麦の栽培・生産に関わる普及関係者

砂丘畑地でのパン用小麦の栽培関係者を対象としていますが、主にパン用小麦栽培をこれから始める、始めたばかりの初心者だけでなく、すでにパン用小麦の栽培に取り組んでいる生産者や普及関係者の参考になるように栽培暦や目次から参考できるようにしています。

2. 対象地域

冬期に降雪のある日本海側の砂丘畑地を対象としています。

3. 概要

日本海側砂丘畑地のパン用小麦栽培は地場パン用小麦を求める製粉業者のニーズへの対応とタバコ廃作地の耕作放棄地対策の一環として保水性や保肥性が低いが、養水分の管理技術により制御できます。しかし、新潟県では小麦栽培が途絶えてから十数年経っていたことと、砂丘畑地におけるパン用小麦に適した栽培方法が確立されていなかったことなどから、収量が低く、タンパク質含有率が低い、生産者やほ場による品質のばらつきが問題となっていました。そこで、本事業により、砂丘畑地においてパン用小麦の収量や品質安定化のため生育・収穫情報を利用し高品質小麦栽培を確立することを目指します。

4. 目的・目標

新潟市の砂丘畑地で実需の求めるパン用小麦を生産する栽培技術を開発します。

砂丘畑地においてパン用小麦品種「ゆきちから」を利用して、収量は400kg/10a、品質はタンパク質含有率12%以上を目標に小麦の品質評価基準を満たすようにします。

5. 実証試験地

本マニュアルに記載のある実証試験地は、特に記載がない場合には、新潟市北区太夫浜で実施した結果が示されています。

その他に、砂丘畑地は新潟市西区、水田転換畑は新潟県農業総合研究所作物研究センターのほ場（長岡市長倉町）および農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点のほ場（上越市稲田）、畑では新潟県農業総合研究所作物研究センターのほ場（長岡市中沢町）で栽培を行った結果を用いています。



図1-1-1 実証試験地などの位置関係

6. 本マニュアルご利用にあたっての注意

- 本マニュアルの内容は特に注意書きがない場合には2020年3月2日時点の情報をもとに記載してあります。作成された時点での法的基準等に応じた内容になっています。
- 本マニュアルの内容をよく理解した上で技術導入をお願いします。特に、実証試験地以外の地域で本マニュアルの内容を実施される場合には、お近くの農業普及指導センターなどにご相談することをお勧めいたします。
- 本マニュアルの内容により機械や道具、農薬、資材をご使用される際には、安全のため製品取扱情報、取扱説明書などをかならずご確認ください。
- 本マニュアルを利用した結果の影響については、責任を負いかねますのでご了承ください。
- 本マニュアルの内容の一部、全部を無断転載、複写・改変などすることを禁止します。



小麦の品質評価項目と基準とは

交付金の単価ランクは、外観品質である等級と小麦の収穫後の品質評価結果に応じて決められます。小麦の品質評価項目は4つで、「たんぱく」、「灰分」、「容積重」、「フォーリングナンバー」です。各項目には基準値と許容値が決められており、基準を満たすことで4つのランク区分に分けられています。

表1-1-1 麦の品質評価基準とランク区分

①評価基準項目とその基準値、許容値

Aランク	評価項目の基準値を3つ以上達成し、かつ、許容値を全て達成している麦
Bランク	評価項目の基準値を2つ達成し、かつ、許容値を全て達成している麦
Cランク	評価項目の基準値を1つ達成し、かつ、許容値を全て達成している麦
	評価項目の基準値を2つ以上達成しているものの、許容値を達成していない麦
Dランク	A～Cランクのいずれにも該当しない麦

②麦の契約生産奨励金品質改善奨励額ランク区分基準

パン・中華麺用小麦

評価項目	基準値	許容値
たんぱく	11.5～14.0%	10.0～15.5%
灰分	1.75%以下	1.80%以下
容積重	833g/ℓ	—
フォーリングナンバー (FN)	300以上	200以上

○品質評価項目について

- たんぱく パン用はその他用途の小麦よりも割合が高いものが求められる。
- 灰分 灰分が多いと小麦粉の色がくすむため、値が小さい方が良いとされる。
- 容積重 1ℓ容積の小麦粒の重さ。値が大きい方が、製粉の歩留まりが高いとされる。
- FN 穂発芽によりフォーリングナンバーが300以下まで低下する。

フォーリングナンバー(FN)：小麦粉に含まれる澱粉が糊化した際の粘度のこと。フォーリングナンバーが300以上なら、加工適性への影響は少なく、穂発芽などにより数値が低下する。

② 砂丘地の小麦栽培について

1. 砂丘地の小麦栽培をするために必要なもの

本マニュアルはパン用小麦品種「ゆきちから」を日本海側砂丘畑地（新潟市）において実証した試験結果に基づき記載しています。

本マニュアルでは水稲栽培を行っている生産者を想定しており、使用する農業機械・施設や装置・道具についての基本的な操作や設定ができる方を対象に説明しています。農業機械・施設の操作・設定方法や装置・道具の使い方などについては、これらの説明書や参考となる資料等をご覧ください。

この項目では、まず準備するもの、必要となる装備などについて記載しています。

1) 準備するもの

(1) 水稲を生産する農家が所有する農機

- トラクタ

播種機が装着できるロータリを付けられるトラクタが必要です。ロータリに合わせたトラクタの馬力が必要になります。

播種機を装着するためロータリのみを付けている場合に比べてバランスが悪くなる場合があります。そのような場合にはフロントウェイトを装着してバランスを改善させる必要があります。

- 播種機が装着できるロータリ

ツールバー（作業機取付棒）を装着して播種機を装着できるロータリが必要です（図1-2-1）。ツールバーがついていなければ購入する必要があります。取り付けできるかどうかはロータリの取扱説明書や農機具店にご相談ください。



図1-2-1 ロータリに播種機を取り付けるためのツールバー（円の部分）

- 自脱コンバイン

汎用コンバインでも可能です。小麦収穫の可否の確認やその使用方法是取扱説明書を参照してください。なお、小麦収穫をする場合に別売部品などが必要な場合があります。

- 穀物用循環型乾燥機

小麦の乾燥モードがついているものであれば使えます。小麦の乾燥に利用する方法は機種によって異なるので取扱説明書を参照してください。

(2) 新たに準備する必要がある農機

- 小麦が播種できる播種機

大豆用の目皿式播種機なども流用できます。小麦が播種できるかは取扱説明書を参照してください。大豆と小麦では条間が異なる場合がありますので、播種機の数は一ロータリの幅と条数に合わせて決めます。

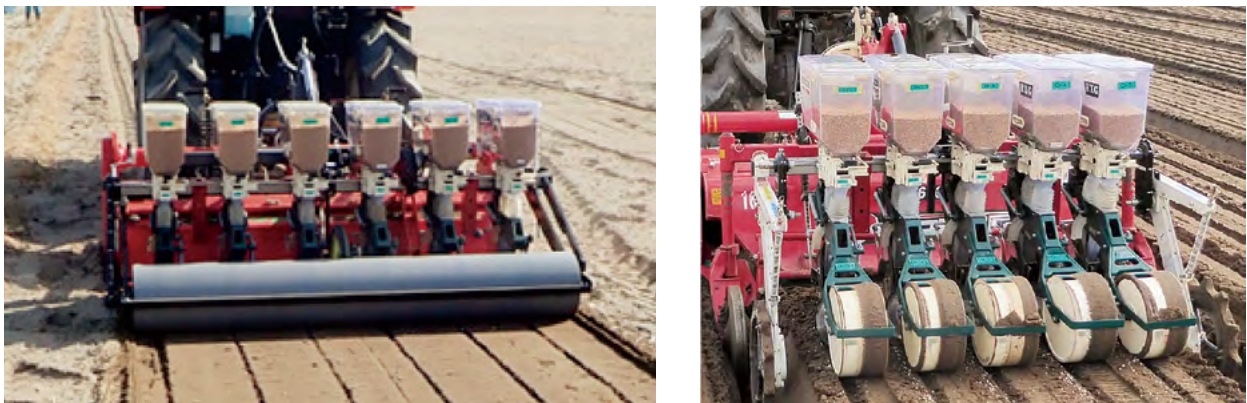


図1-2-2 播種施肥機（左：全面鎮圧、右：単独鎮圧）

- ブームスプレーヤ

パン用小麦栽培には必須ではありませんが、省力追肥体系を実施する際には必要となります。大豆栽培等でブームスプレーヤを利用している場合にはそのまま使うことができます。散布幅が広く、最低地上高が高い機種の利用がお勧めです。



図1-2-3 ブームスプレーヤ（播種後土壌処理剤散布）

(3) その他に必要なもの

- パン用小麦品種「ゆきちから」の種子

パン用小麦品種「ゆきちから」の種子の入手は、お近くの J A、農業普及指導センターなどにご相談ください。

- 農薬、肥料などの資材
- その他の道具など

注意) 本マニュアルでは、ここに記載してある水稻を生産する農家が所有する農機や道具などの使い方、それらに類する情報についてはほとんど触れておりませんので、これらについては、取扱説明書などを参照してください。

2. 砂丘畑地で小麦を栽培する場合の注意点などについて

1) 連作障害について

- 砂丘畑地で小麦を連作すると、病害虫が発生しやすくなります。
- 連作障害を避けるためにも、小麦以外の作物を取り入れた輪作を行うようにしましょう。
- 実証試験において連作を続けたほ場では、出芽時や出芽直後に虫害が発生し、芽が出ない、出芽したばかりの幼植物を食害されるなどの被害を受けました（図1-2-4）。
- 2019年産では、気象条件も相まってコムギ株腐病（病原菌：*Ceratobasidium gramineum*）が発生しました（図1-2-5）。コムギ株腐病は土壌中や前作の被害茎葉についた病原菌が伝染源となり、発病すると葉鞘部に病斑が形成されます。病斑部で折れやすくなるため、倒伏し減収します。



図1-2-4 虫害が発生したほ場
健全な条（写真上部）と比べて、虫害を受けた条では出芽が少なく、黄化した芽生えもみられる。



図1-2-5 コムギ株腐病に罹病した株
稈基部の葉鞘に周囲が褐色の病斑が見ら
れる。株元から稈が折れ、倒伏した。

2) 灰分含有率が高くなる場合について

- 砂丘地では開花期の窒素追肥で灰分含有率が高くなりやすいです。特に、収量が少なかったり、千粒重が軽かったりすると灰分含有率が高くなるので注意が必要です。
- 収量や千粒重を下げないために、栽培暦の播種量、基肥と追肥の量・回数を守りましょう。播種量が少なかったり、1回でも追肥を抜かしたりすることのないようにしましょう。
- 開花期の穂数がかかなり少ない（穂数300本/m²未満）場合は、収量が少なくなると予想されます。
- どうしても灰分含有率が1.75%より高くなる場合は、日本めん用小麦品種「ゆきはるか」の作付で高い灰分含有率を低くすることができます。

3) 耕作放棄地について

- 生えている雑草や木の種類や大きさや、茎葉や根の量によって、刈払等に使う作業機械や労力が異なるのでよく確認しましょう。
- 鋤き込み出来ない枝、木、根などの堆肥化や腐葉土化ができない場合は、法令等に基づき適切に処分しましょう。
- 初めて作付するときは、事前に必ず土壌診断を行いましょう。不足する養分があれば肥料、資材、堆肥等で補給しましょう。作付後も土壌診断を行い、必要に応じて補給しましょう。
- 耕作放棄地は長く除草が行われていませので、雑草の種子が大量に存在します。栽培暦に基づいた除草対策を行うようにしましょう。



2 基本技術編

1) 「ゆきちから」の砂丘畑地の栽培暦・技術体系

① 品種「ゆきちから」とは

1. 概要

本マニュアルで対象としているパン用小麦品種「ゆきちから」の特徴と注意点を紹介します。

2. 技術のポイント

「ゆきちから」を栽培するために知っておきたい育成情報、小麦の種類やその用途など、栽培上の特徴、注意点です。

3. 技術の内容

農研機構東北農業研究センター（岩手県盛岡市）において育成され、2002年12月に「ゆきちから」として品種登録されました。芒は短く、穂は白い品種です(図2-1-1)。

「ゆきちから」は準強力粉になる硬質小麦です。製パン性、中華めん適性が高く、様々な製品に加工されます(図2-1-2)。

雪や寒さに強く、根雪期間が110日程度まで越冬できます。



図2-1-1 収穫期近くゆきちからの穂



図2-1-2 ゆきちからで作ったパン

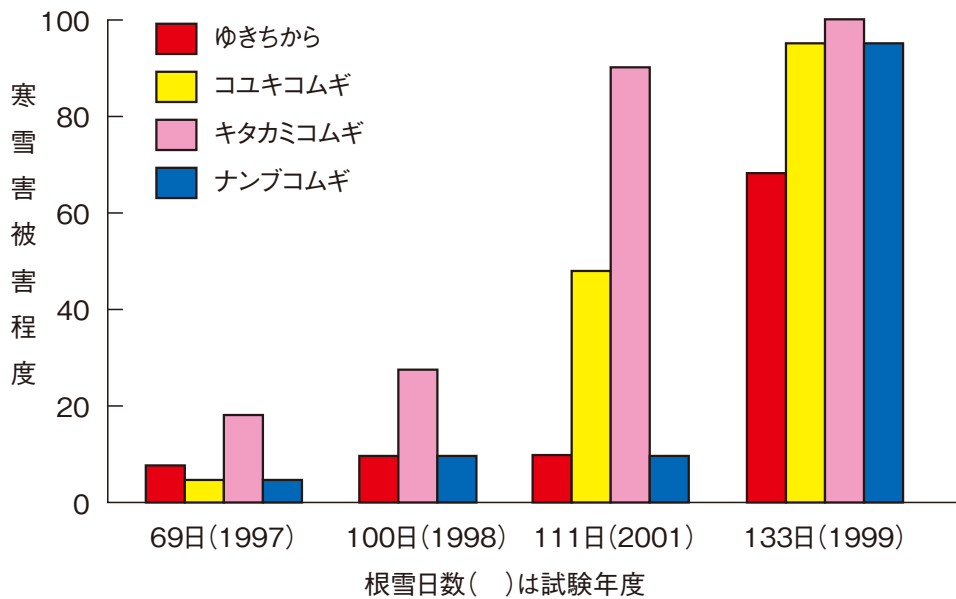


図2-1-3 ゆきちからの耐寒雪性

岩手県農業研究センター調査、試験地は一戸町奥中山

出典：平成15年度成果情報ダイジェスト（東北農研）

4. 注意点など

赤かび病（図2-1-4）に弱く、開花始め～開花期とその後1～2回の防除が必須です。農産物検査法（昭和26年法律第144号）に基づく農産物規格規程では、赤かび粒が0.0%を超えて混入した小麦は規格外と定められています。

「ゆきちから」は、穂発芽しやすく品質低下を起こしやすい品種です。穂発芽を起こすと見た目には分からなくても、品質が低下します（低アミロ、フォーリングナンバーの低下）。倒伏すると、穂発芽の危険性が増えるため、稈長が伸びやすい（地力が高い）ほ場では、越冬後の追肥量（越冬後追肥～止葉展開期追肥）を調整してください。成熟期後の雨ぬれにより穂発芽しやすいため、適期収穫を心がけてください。収穫時期は、気温や湿度が高く、収穫後穀温が上昇して穂発芽や異臭麦など品質劣化の原因となります。収穫後は速やかに（2～3時間以内に）乾燥を開始してください。

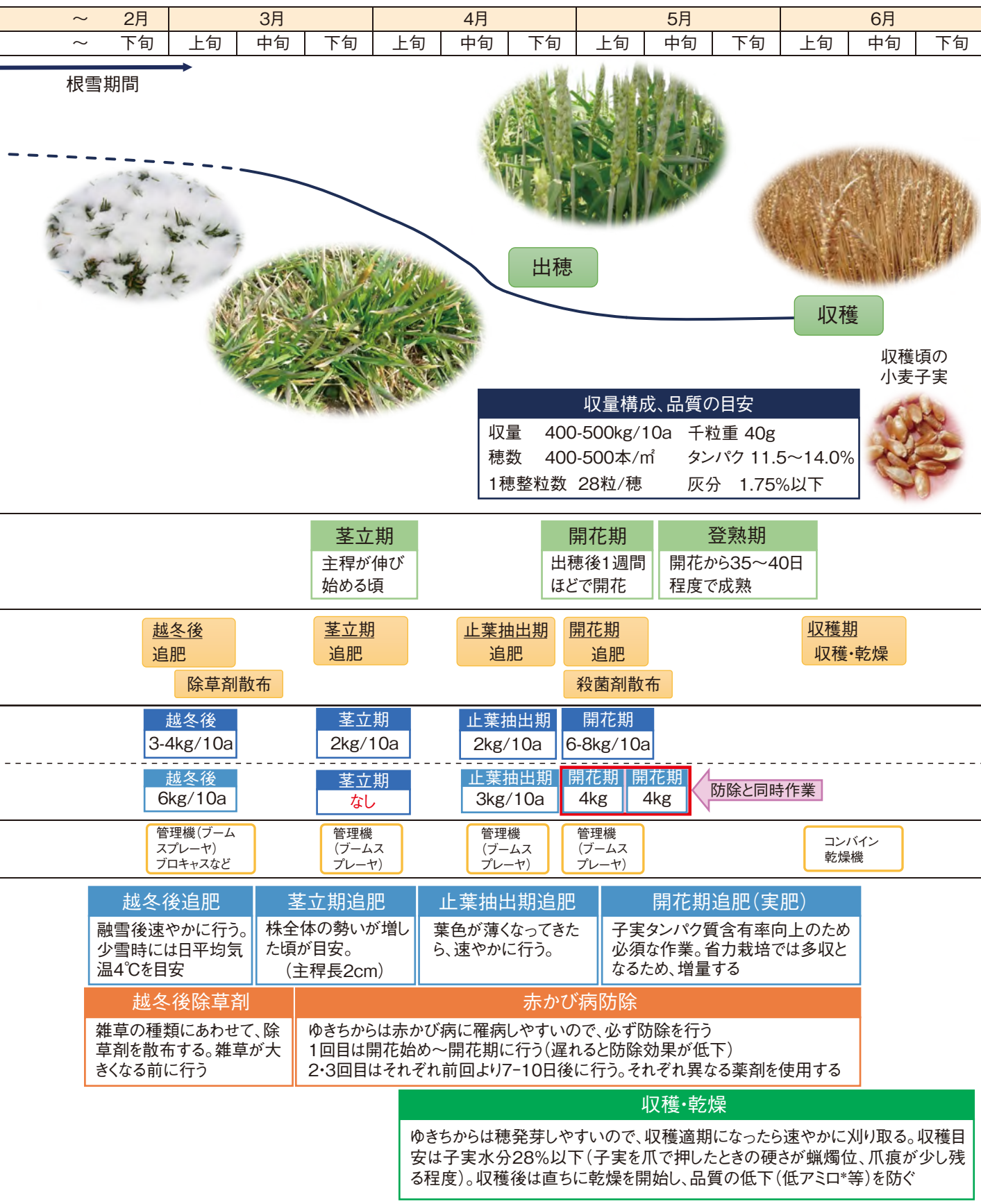


図2-1-4 赤かび病にかかった穂

② 砂丘畑地での栽培のポイント（栽培暦）

	9月			10月			11月			12月	
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
茎数の推移 (本/㎡)											
生育の目安 (目標)	出芽 播種後1週間程度で出芽			越冬前 個体当りの分けつ数が4~6本、主茎の葉数は5~6枚以上							
主な作業	播種前 除草剤散布 資材散布			播種作業 播種・基肥 除草剤散布			越冬前 追肥 除草剤散布				
	10a当の窒素	標準栽培		播種時 4-6kg/10a			越冬前 2kg/10a				
		省力栽培		4-6kg/10a			越冬前 なし				
使用機械	管理機(ブームスプレーヤ) プロキヤスなど			トラクタ、播種機など			管理機(ブームスプレーヤ) プロキヤスなど				
栽培管理のポイント	播種前 土壌pHは6.0~6.5を目標に 土壌改良材の散布						越冬前追肥 播種後2週間~1ヶ月後を目安に行う				
	播種前除草剤 播種前に雑草がある場合は必ず散布する			播種後除草剤 砂質土壌は使用できる除草剤に限られる。 播種深度3cmが目安			越冬前除草剤 雑草の種類に合わせ、除草剤を、散布する				
	越冬前茎数の目安 800~1000本/㎡										

印刷用



*低アミロ小麦：デンプン分解酵素の活性が高まることで、子実中のデンプンが分解して糊化粘度が低くなった小麦のこと。加工適性が非常に劣る。

③ 水田転換畑での栽培

1. 概要

水田転換畑における小麦栽培について、砂丘畑とは異なるポイントを紹介します。

2. 技術のポイント

排水及び、雑草対策等を適正に実施し、小麦生育量を確保することが重要です。

3. 内容（営農排水・除草剤・追肥）

1) 小麦播種前の排水対策

- 水田転換畑は粘土質の土壌が多く、砂丘畑と異なり雨水や雪解け水が溜まりやすいです。小麦は一般的に湿害に弱い作物であり、播種前のは場排水対策は重要な作業です。
- 排水対策は主に、図2-1-5のように周囲明渠および弾丸暗渠を施工します。
- 周囲明渠は図2-1-6のように溝掘機などを用いては場周囲に幅20～30cm、深さ30～40cm程度の溝を掘り、は場内排水口（水尻）に接続して、地表水の排出を促します。
- 弾丸暗渠は図2-1-7のようにドレーナ（暗渠せん孔機）をつけて、は場内の深さ30～40cmの箇所直径7cm程度の排水路を補助的に通す作業で、図2-1-8のようには場内の地表水をより迅速に排出するのに加え、地下水の排出効果も高めます。
- 周囲明渠と弾丸暗渠は共に接続して排水経路を確保し、弾丸暗渠の間隔は透水性の悪いは場では1～4mおきに施工しましょう。

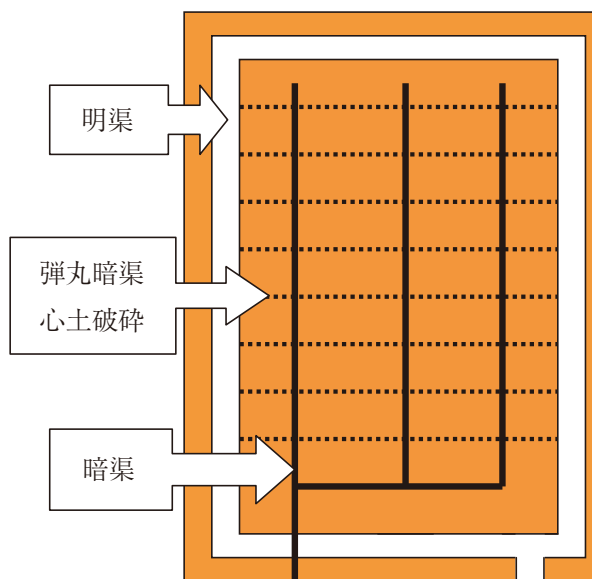


図2-1-5 周囲明渠、弾丸暗渠の施工例



図2-1-6 周囲明渠施工



図2-1-7 弾丸暗渠施工とドレーナ（右上）



図2-1-8 水稲作跡水田転換畑での弾丸暗渠施工ほ場（左）と未施工ほ場（右）の違い

2) 小麦栽培期間中の除草剤散布

- 土性が「砂土」である砂丘畑では使用可能な除草剤が限られていますが、「砂壤土」を含めた水田転換畑では、多くの種類の除草剤が使用できます。
- 水田転換畑の除草剤散布は播種直後及び、消雪以降から莖立期前に行うことが基本です。雑草の発生状況に応じて効果のある薬剤を選び、適期に散布してください。
- 除草剤の使用は登録内容に準じて、適切に行ってください（登録外使用は絶対ダメ!!生産物が出荷できないだけでなく、農薬取締法違反で処罰されてしまいます）。



砂壤土は砂が6～8割、粘土が1～2割程度混ざっている土で、ザラザラしているけどちょっと粘土っぽい感触をしています。

3) 施肥対応

- 水田転換畑小麦の施肥時期と施肥量は、標準栽培・省力栽培共に「砂丘畑地の栽培暦」に準じて行ってください。
- ただし、水田転換畑は砂丘畑と比べて肥料成分が流れにくいいため、肥料成分がしっかり効いて収量が取れやすい一方、小麦が大きくなりすぎて倒伏したり、無駄な穂がつきすぎて小麦の粒が小さくなったりすることもあります。
- 水田転換畑で栽培する場合は、ほ場の地力や小麦の育ち方を見ながら、施肥量を調整してください。

4. 注意点など

- 病虫害防除や収穫作業等その他の管理については、施肥対応同様「砂丘畑地での栽培のポイント（栽培暦）」（10ページ参照）に準じてください。

2) 播種

1. 概要

播種方法として、ロータリに播種機を装着して、耕うんと播種・施肥を同時にする方法を紹介します。散播による方法は土壌が乾きやすく水田と異なり出芽が確保しにくいこと、播種後の除草剤散布ができないことから砂丘畑地の播種方法としてはお勧めできません。

2. 技術のポイント

芽が出ないと始まりませんので、播種が目標通りの時期に適切な播種ができることが栽培管理のはじめとなります。そのため、播種・施肥機を利用した機械の準備、播種量調整、適切な播種作業の方法などの基本技術を励行することと砂丘畑地ならではの注意点に気がつけることが重要です。

3. 用意するもの

- ダウンカットロータリと全面鎮圧スライドロール式播種施肥機。
- 「ゆきちから」の種子。肥料。

【あると便利なもの】

- 1～2ℓぐらいの計量カップ：種子や肥料をホoppaに入れるのに使います。
- 小さめのボウル（条数+1～2個）：播種施肥機の繰り出し量の調整に使います。
- はかり（秤）：正確に播種・施肥量を知りたい場合に使います。

4. 技術の内容

砂丘畑地は、降雨後にも播種作業がすぐできるなど特徴があり、天候による碎土・整地などの耕うん性能、播種精度に影響が少ない特徴があります。ここでは現地実証地で利用した全面鎮圧による播種方法を紹介します。

水田土壌のように鎮圧輪の間に土塊が挟まることのないこと、全面を鎮圧することで播種



図2-2-1 全面鎮圧スライドロール式播種施肥機（車速連動モータ駆動）

後に散布する除草剤に適した条件にするためです。覆土が不十分であると播種後に散布する除草剤の薬害が生じる可能性があり、播種機の設定をしっかりとする必要があります。ただし、新潟県の水田で使用されている各条鎮圧の播種機でも播種することができます。

使用するトラクタに合うダウンカットロータリと全面鎮圧スライドロール式播種施肥機（アグリテクノ矢崎製RXGシリーズ：図2-2-1）を中心に紹介します。ポイントのみになりますので、基本的な使用方法などについては製品に付属の取扱説明書をご参照ください。

1) 播種前の準備

- 土壌が酸性の場合は、
炭酸カルシウム肥料などで土壌pH矯正（pH6.0を目標）を行います。事前に土壌分析などを依頼して土壌pHを把握することがお勧めです。
- 砂丘畑地では雑草が多くなると対策が少ないため播種前に非選択性除草剤を散布します。特に耕作放棄地あとなどの雑草が多いほ場では、耕うんなどの方法と組み合わせ播種前の対策が重要です。
- 事前耕起は砂丘畑地では1回の耕うんで90%以上に確保できるため、碎土率が低下する心配がなく、逆に耕うんすることで乾燥が進む恐れがあるので、特に必要がなければ事前耕うんは不要です。
- 前作の残渣、緑肥作物などがある場合には残渣の分解を促進するため、播種前にすき込み（耕うん）するのではなく、1ヶ月程度期間が空くようにします。

2) ロータリと播種機の設定

(1) ロータリの準備

○耕深の調整

砂丘畑地では尾輪で耕深の調整することが難しいため、自動耕深装置（オート装置）を使い耕深の調整を行います。砂丘畑地では緩い傾斜地が多くほ場に凹凸がある場合があります。自動耕深装置を使えない場合には、このような凹凸では播種深が安定しないだけでなく、播種機が破損する場合もあるので、手動でロータリの位置を調整することをお勧めします。

○耕うん爪

耕うん爪を点検し摩耗している場合には交換をします（図2-2-2）。砂丘畑地では耕うん爪が水田土壌よりも早く摩耗します。摩耗していると耕うん残しなどで播種がうまくいかない場合もあります。



図2-2-2 耕うん爪の摩耗（左：新品、右：約3cm摩耗）

(2) 播種機の準備

○播種機の清掃

播種機に残った種子、肥料などがあれば念入りに清掃を行きましょう。特に肥料部分の繰り出しロールの溝やロート、防水カバー、シュート部分には砕けた肥料が付着している場合があるので注意が必要です。

○播種機の点検

播種作業が始まる前に、ネジの緩み、播種間隔、播種機の破損などをチェックします。

- 駆動輪（または電動モータ）、鎮圧輪、作溝ディスクなどがきちんと装着され、脱落などがないように確認します。
- 回転部分がスムーズに動くことを確認します。動きが悪い場合には、回転部に注油などをします。

3) 播種・施肥量の設定

(1) 播種・施肥量の繰り出し量

○単独輪方式

駆動輪を10回転させたときの播種・施肥量の設定繰り出し量は、面積当たりの目標量から計算します。駆動輪のすべりを考えると、駆動輪10回転は約13m程度になります。駆動輪10回転の播種面積は、播種機の平均条間をかけて算出します。

10回転、1条当たりの設定繰り出し量 (g) = 13 (m) × 平均条間 (m) × 施肥・播種目標量 (kg/10a)

※ 1 kg/10a = 1 g/m²

○全面鎮圧方式

駆動輪のすべりを考えると、駆動輪10回転は約12m程度になります。上記と同じように算出します。

(2) 設定の手順

播種機は駆動輪または電動モータの回転により繰出ロールが回り、種子が繰り出されますが、ここでは駆動輪による設定について説明します。駆動輪は作業速度に合わせ繰り出しロールが回転するため、播種量の調整は繰り出しロールの開度で調整を行います。マニュアルやホームページに示された播種量調整で行う方法もありますが、ここでは繰り出し量が目標量に合わせやすい計量で行う方法を紹介します。最初に繰り出し量を設定しておくこと、それ以降はほとんど調整することは必要ありません。ただし、ブラシ等の摩耗により繰り出し量が多くなった場合にはブラシを交換する必要があります。

- ①播種量調整は播種機付属のスタンドに装着したままでも可能ですが、播種機をトラクタに取り付けて行うと播種機を上げ下げでき便利です。取付方法は播種機、ロータリ、トラクタの取扱説明書などを参考にしてください。
- ②播種間隔は駆動輪のチェーンのスプロケットを交換することで変えることができます。標準では14cm間隔となっていますので必要に応じてスプロケットを交換してください。詳細は取扱説明書を参考にしてください。
- ③ブラシの間隔によって播種・施肥量が大きく変わってしまいます。1mm程度（隙間が少しある程度）ブラシをロールから離す程度で調整をしてください（図2-2-3）。

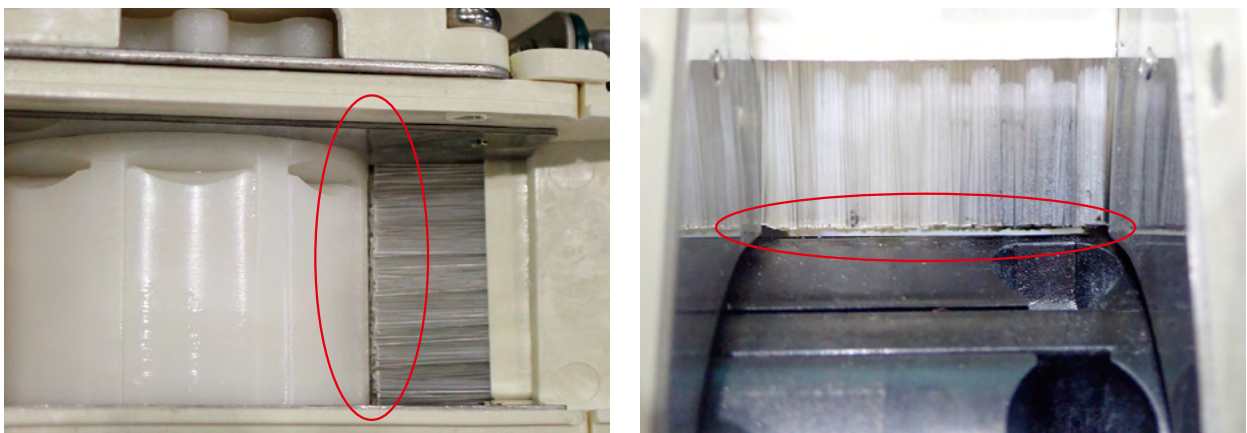


図2-2-3 播種ロールとブラシの間隔の調整目安

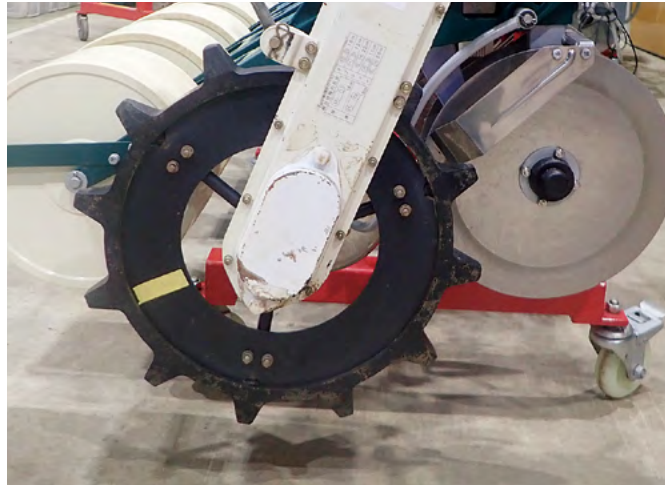


図2-2-4 駆動輪に付けた目安のビニールテープ（単独輪方式）

- ④駆動輪を回転させる際の日安となるように、ビニールテープなどで目印を付けます（図2-2-4）。全面鎮圧輪方式でも同様のやり方でできます。
- ⑤播種ロールの開度は最初閉じておきます。種子や肥料が入ったままで繰り出しロールを閉めると繰り出しロールの溝に種子などがはさまり詰まってしまうことがあるためです。
- ⑥準備ができたならホッパを取り付け、播種・施肥量を調整する種子などをホッパに入れます。種子、肥料どちらを先に調整してもかまいませんが、種子や肥料が混じる恐れがあるので、一度に行わず種子から先に調整することが多いです。
- ⑦繰り出しロール下の防水カバーを外し、繰り出された種子などを受ける小さめのボールなどを置きます。すべての条で繰り出し量を測定、調整する方法がお勧めです。一方、1条分だけ繰り出し量を測定し、その他の条の開度を合わせる方法でも若干ばらつくことがあります。ばらつきがある場合には播種時に種子などの減り方をみてさらに開度を調整する方法もあります。
- ⑧繰り出しロールは反時計回りに回すと開度が開きます。1周回すと約2mm程度広がります。ダイヤルの溝は20個で1回転です。いくつ溝を動かしたか記録しておくことで、次年度以降、播種・施肥量設定の参考にできます。
- ⑨ホッパのシャッタを開け、試しに駆動輪を2～3回まわして種子などが繰り出されることを確認し、目安となる目印がわかりやすい位置に合わせます。種子などを受けたボールの中身を出します。
- ⑩目印を目安に駆動輪を反時計回りに10回転させます。
- ⑪繰り出された量を、はかり（秤）で計測し、目標とする量より少なければ開度を開いていきます。面倒でも少しずつ繰り出しロールの開度を開き調整してください。

⑫種子、肥料のそれぞれで設定・調整を行います。1条分だけ繰り出し量を測定し、その他の条を合わせる場合には、残りについても忘れずに開度を合わせます。

⑬調整が終わったら、ホoppaなど播種機に残っている種子や肥料を取り除きます。調整した開度を記録しておくこと次年度の目安になります。

4) 播種作業

(1) 播種時の調整

○ロータリ

耕深を調整します。砂丘畑地では深く耕うんすることも可能ですが、あまり深くする必要はなく耕深は12cm程度で十分です。砂丘畑地では尾輪で耕うん深さを調整することが難しいため、自動耕深装置（オート装置）を使い耕うん深さ調整を行います。ただし、耕うん深さが深くなりすぎると播種機が壊れる場合がありますので、一定以上耕うん深さが深くないように気をつけてください。なお、自動耕深装置（オート装置）の使い方はトラクタの取扱説明書を参考にしてください。

○播種機

播種深さと鎮圧力の調整を行います。調整方法は取扱説明書を参考にしてください。

種子の播種深さは3cm程度としてください。浅いと播種後の除草剤の薬害、深いと出芽が低下、2段根の発生などにより茎数不足、生育のばらつきが発生し、収量・品質の低下に繋がる恐れがあるので注意が必要です。

砂丘畑地では水田転換畑とは違い作業速度を速くできますが、播種量や播種深さがばらつく、播種精度が低下する恐れがあるので、あまり速度を上げすぎずに2～2.5km/h程度としてください。



図2-2-5 砂丘畑地での傾斜方向の播種

(2) 播種

砂丘畑地では降雨後でも水溜まりなどがなければすぐ播種できます。ただ、土壤水分の違いにより播種深さや鎮圧力が変化する場合がありますので、播種深さ、覆土の状況、鎮圧状況を確認しながら播種をしてください。

砂丘畑地では傾斜のあるほ場が多く、傾斜方向の作業の場合、傾斜によっては上下方向で作業速度が変わることがあるため、上下方向で同じ程度になるように作業をしてください。

5. 注意点など

- 播種作業をする前に、使用するトラクタ、ロータリ、播種機の取扱説明書を必ず確認するようにしてください。
- 播種は、適期播種、適切な作業が重要です。砂丘畑地ではほ場条件の不良で播種できないことはほとんどないため、播種と播種後の除草剤散布はセットと考え作業を行う必要があります。

3) 追肥

1. 概要

麦は追肥でとるといわれ、多くの肥料を必要とします。パン用小麦ではタンパク質含有率を高めるために特に追肥は重要です。また、追肥は行う時期によって目的やその量が異なります。

2. 技術のポイント

砂丘畑地における「ゆきちから」栽培で、収量を確保し、タンパク質含有率を目標の12%にするためには、追肥を行う際の時期別の目的を理解して、適切な時期に必要な量を実施することが重要です。

3. 用意するもの

窒素肥料（硫安や尿素）、ブームタブラ（図2-3-1）、ブロードキャスタ（図2-3-2）、動力散布機（図2-3-3）など肥料を散布する機械



図2-3-1 ブームタブラによる追肥



図2-3-2 ブロードキャスタによる追肥



図2-3-3 動力散布機による追肥

4. 技術の内容

1) 越冬前追肥

越冬前追肥は播種後2週間から1か月を目安に施用します（図2-3-4）。施用量は窒素成分で2 kg/10a程度です。越冬前追肥は分けつを増やし、越冬前の生育を良くする効果があります。出芽数が少ない場合や、出芽後の初期生育が悪い（葉の展開が遅い、葉色が薄いなど）場合に穂数を確保し、収量を増加させる効果があります。



図2-3-4 越冬前追肥時のゆきちから

2) 越冬後追肥

越冬後追肥は融雪後すみやかに、少雪時には1日の平均気温が4℃になるのを目安に施用します（図2-3-5）。施用量は窒素成分で3～4 kg/10a程度です。この時期の追肥は無効分けつを減らすことで穂数を増加させ、収量を増やす効果があります。新潟県の砂丘畑地の「ゆきちから」は越冬後すぐに幼穂成長が始まります。そのため、1穂に実る粒の数を増やす効果もあります。



図2-3-5 越冬後追肥時のゆきちから

3) 茎立期追肥

茎立期追肥は主茎の茎の長さが2 cmになり、株全体が立ち上がり始めたところに施用します（図2-3-6）。

施用量は窒素成分で2 kg/10a程度です。茎立期追肥は穂数を増やし、1穂に実る粒の数を増やすことで増収に効果があります。また、茎の伸長が著しくなる時期なので、稈長を長くします。施用量が多すぎると倒伏の原因となります。



図2-3-6 茎立期のゆきちから

4) 止葉抽出期追肥

止葉抽出期追肥は、止葉（最後の葉）が抽出している頃に施用します（図2-3-7）。施用量は窒素成分で2 kg/10a程度です。「ゆきちから」の花粉が作られる時期に当たり、1穂に実る粒の数を増やし、粒重を重くすることで増収する効果があります。

5) 開花期追肥

開花期追肥は、穂揃い期から開花期に施用します。施用量は窒素成分で6～8 kg/10aです。開花期追肥はパン用小麦に重要な子実タンパク質を増やす効果があります（図2-3-8）。施肥時期が多少前後しても子実タンパク質含有率を高める効果はありますので、必ず施用してください。

5. 注意点など

砂丘畑地では一般的に地力が低く、肥料成分が流亡しやすいため、高収量、高品質の小麦を得るためには頻回追肥が必要です。



図2-3-7 止葉抽出期のゆきちから

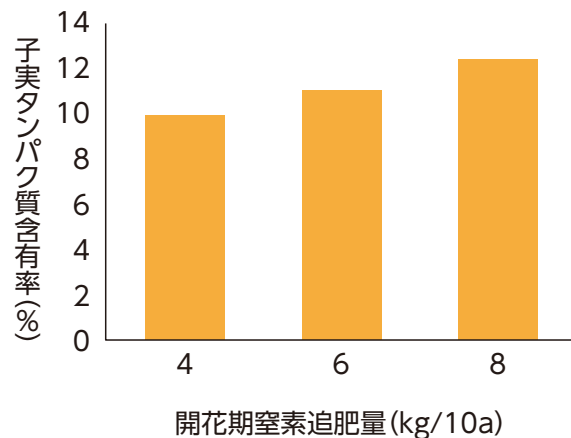


図2-3-8 開花期窒素追肥量と子実タンパク質含有率



ワンポイントアドバイス

追肥施用する肥料は硫安や尿素などの窒素肥料です。硫安は約21%、尿素は約46%の窒素が含まれています。（製品によって異なる場合があります。肥料の袋に明記されています）

窒素施肥量が少ない時は窒素濃度が低い肥料のほうがむらなくほ場に均一に施肥することができます。窒素施肥量が多いときは窒素濃度が高い肥料のほうが、施用する肥料の量が少なくて済みます。

4) 除草体系

1. 概要

小麦の肥料を奪ったり収穫の邪魔になったりする雑草を減らしましょう。

2. 技術のポイント

除草剤で雑草を管理するには、播種前、播種後、越冬前の3つの処理が重要です。

3. 用意するもの

除草剤、水、散布機・ブームスプレーヤ



図2-4-1 ブームスプレーヤで散布

4. 内容

1) 播種前

播種時に生えている草は、播種の時に鋤き込んでも一部は再生します。再生した雑草は除草剤で枯らすことができず、麦より大きくなって邪魔をします。播種前に雑草をなくすことがとても重要で、非選択性除草剤を撒くと早いです。ラウンドアップ系除草剤、バスタ、プリグロックスL、マイゼットが使えます。

2) 播種後

土壌処理剤は発芽前や発芽直後の極小さい時だけ効いて、発生を抑えます。播種後に土壌処理剤を使うと、小麦は雑草と競争することなく優先して育ちます。イネ科雑草を抑えるには土壌処理剤しかなく重要です。砂土で撒ける土壌処理剤は、トリフルラリン乳剤(トレファノサイド乳剤)とDCMU水和剤の2剤だけです。

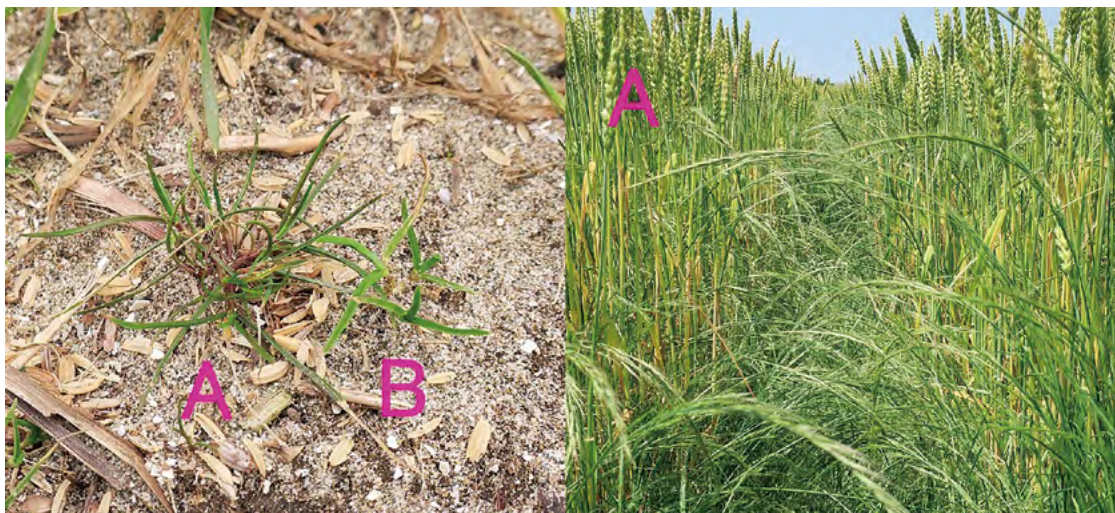


図2-4-2 イネ科（ナギナタガヤ（A）、スズメノカタビラ（B））

3) 越冬前

年内に芽を出して冬越しした草はとても丈夫で、春に除草剤を撒いても耐え残ってしまうことがあります。越冬前に草が多ければ茎葉処理剤を撒きましょう。土壌処理でトレファノサイドを撒いた場合はアブラナ科・キク科雑草などが生えてきます。茎葉処理剤は、MCPソーダ塩、エコパート、バサグラン、アクチノールの4剤があります。

表2-4-1 秋まき小麦に使える茎葉処理剤

農薬名	使用回数	特 徴
MCPソーダ塩	1回	低温時は効果が劣るので、平均気温10℃以下の時は濃いめに散布する。* 平年の新潟市で11月中～4月中頃。
エコパート	2回	低温でも効く。ヤエムグラに効果が高い。カラスノエンドウには効果が劣ることもあるので濃いめに散布する。
バサグラン	1回	低日照時に効果が劣るので越冬前は濃いめに散布する。
アクチノール	2回	カラスノエンドウに効果が高い。ヤエムグラ、タネツケバナには効果が劣ることもあるので濃いめに撒く。



図2-4-3 ヤハズエンドウ (カラスノエンドウ)



図2-4-4 ヤエムグラ

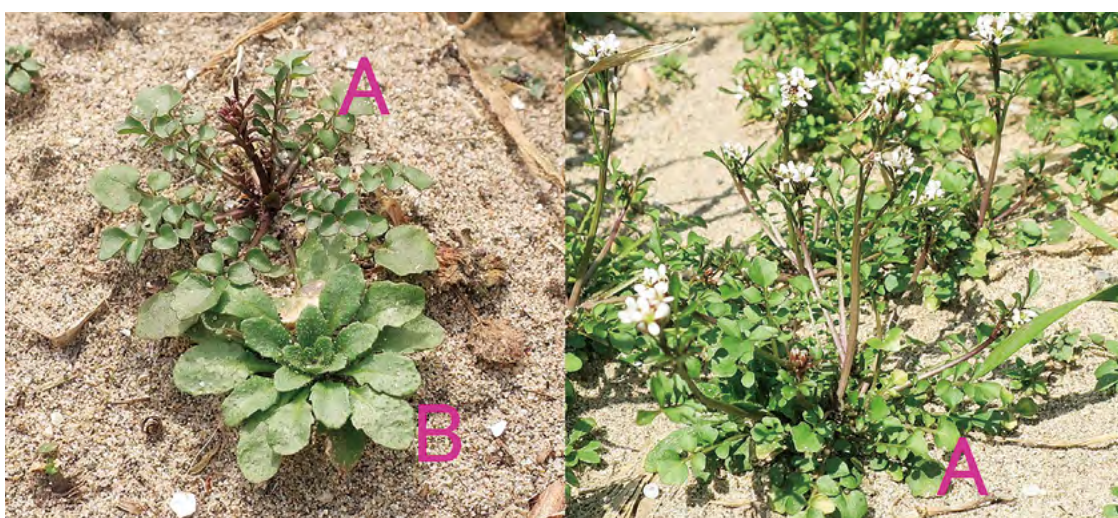


図2-4-5 アブラナ科 (タネツケバナ (A)、シロイヌナズナ (B))

4) 越冬後

雪がなくなって4月末頃までにカラスノエンドウ、ヤエムグラが多く生えてきたら茎葉処理剤を撒きます。部分的な散布でも構いません。5月以降もこれらの草は生え続けますが、小麦が先に畑を覆ってしまえば問題ないでしょう。

5) 5月上～中旬

小麦の開花期の頃、カラスムギやネズミムギなど後発のイネ科雑草を手取りします。これらが多発したほ場では麦作は困難です。



図2-4-6 カラスムギ (左)、ネズミムギ (右)

5. 注意点など

- 農薬の使用にあたっては登録内容に従ってください。
- ほ場内だけでなく周囲の雑草も管理しましょう。

5) 赤かび防除

1. 概要

赤かび病菌が作るかび毒は人や家畜に有毒なので適切に防除しましょう。

2. 技術のポイント

赤かび病菌は花から感染するので、開花始に適切な剤を撒くと効果的です。

3. 用意するもの

殺菌剤、水、散布機・ブームスプレーヤ

4. 内容

1) 防除の時期

小麦の開花は株ごとに違うのはもちろん、同じ穂の中でも違ってきます。畑で最初に花が咲き始めた時（＝開花始）から畑の花が全て咲き終わるまで1週間程かかるので、開花始までに1回目の防除を行い、薬剤の効果が弱まる7～10日後に2回目の防除を行えば最大数の花を保護できます。

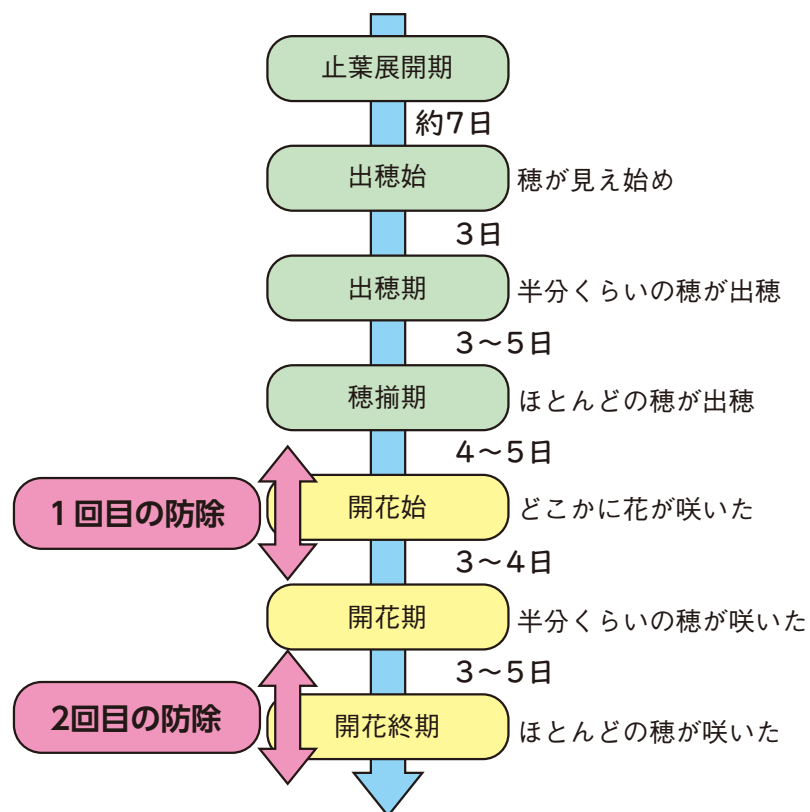


図2-5-1 新潟での小麦の発育段階と防除時期

開花始は穂が見え始めてから10~13日後からですが、気温が高いと早まります。新潟市の「ゆきちから」は4月下旬に出穂しますので、その頃になったら週に1回は畑を見回って防除の時期を逃さないようにしましょう。



図2-5-2 穂揃期



図2-5-3 開花



図2-5-4 赤かび病にかかった「ゆきちから」



図2-5-5 赤かび病にかかった「夏黄金」



雨が降りそうなときは

散布直後に降雨があると薬液が流れてしまって効果が低下します。水和剤であれば散布後1時間以内に降雨がなければ大丈夫です。

防除適期がずっと雨になりそうなときは、穂が出そろっていれば早めに散布し、7日以上経った雨が止んだ時に2回目の防除をします。開花が遅れたときは、さらに7～10日後に3回目の防除をします。

2) 殺菌剤

赤かび病に登録のある剤でも効果が弱かったり耐性菌がいたりします。普及指導センターの指導に従って効果的な剤を散布してください。耐性菌の発生を防ぐため、2回目の防除は1回目と違う薬剤を使いましょう。同じ殺菌剤なら、粉剤より水和剤・乳剤の方が防除効果は高いです。

おすすめの赤かび防除剤は、オーソサイド、ベンレート、トップジン（耐性菌がいる）、シルバキュア、ベフラン（劇物なので取扱注意）です。2成分剤のバラライカ、プライア、ナティーボ、新成分剤のファンタジスタ、イントレックスは安定して高い効果を期待できますが、価格も高いです。

これらのうちトップジンとシルバキュアは25ℓ/10aの高濃度少量散布の登録もあるので、少量散布に対応したノズルを装備したブームスプレーヤーがあれば節水できます。

5. 注意点など

- 農薬の使用にあたっては登録内容に従ってください。
- 麦が倒伏すると、赤かび病の被害が増えます。
- 前作がイネ科だと赤かび病の発生率がわずかに増えます。
- 前作の残渣を鋤き込むと赤かび病の発病率がわずかに減ります。
- 収穫後は速やかに乾燥させましょう。
- 詳細は「[麦類のかび毒汚染低減のための生産工程管理マニュアル](#)」を参考に。



赤かび病の発生傾向

赤かび病菌は様々な植物の残渣で冬を過ごします。日平均気温が13℃を上回るころに雨が降ると胞子を作り始め、雨風で胞子を飛ばします。胞子が最もよく飛ぶのは、日最高気温が15℃以上、最低気温が10℃以上で湿度80%以上の時です。出穂期以降、暖かく雨の日が多い年は注意しましょう。

かび毒

毒と言っても発がん性も死亡例もありません。たくさん食べると嘔吐・腹痛・下痢・頭痛等の諸症状を伴う中毒症を起こします。しかし、低濃度汚染でも長期間摂取すると成長抑制、体重低下や免疫力低下が起こる慢性毒性があるため、厳しい基準（赤かび被害粒の混入率が1万粒中4粒まで）が設定されています。

6) 収穫・乾燥

① 収量コンバインによる収穫量・品質計測

1. 概要

いままではほ場ごとの収量を把握するには、ほ場ごとの収穫物の重さをはかりで計測する方法しかありませんでした。また、タンパク質含有率の測定はサンプルをとり分析機で分析する必要がありました。このようなことから現場レベルではほ場ごとの収量・品質は測定されていませんでした。収量コンバインを利用することで、はかりや分析機を使わずに作業中や圃場ごとに収穫量やタンパク質含有率を測定できます。

2. 技術のポイント

収量コンバインを使うことで、いままで生産現場では手間がかかりできなかった収穫物の重量やタンパク質含有率を簡単かつ迅速に計測できます。また営農支援システムと連動させることで、メモが不要になり自動的にデータが蓄積され、パソコンなどで地図上への表示、集計ができ、収量やタンパク質含有率の高低を把握できるようになります。

3. 用意するもの

- 収量コンバイン（メーカーによって名称が異なる）
- 【あると便利なもの】
- 収量コンバインと連動する営農支援システム

4. 内容

ここでは、実証試験地で利用した株式会社クボタ製「食味・収量センサ仕様」自脱コンバイン（ER448、図2-6-1）とKSAS（クボタスマートアグリシステム）を利用した例を紹介します。



図2-6-1 食味・収量センサ仕様4条刈り自脱コンバイン（クボタ ER448）

1) 計測の仕組み

本コンバインは、収量はグレーンタンクの重さを計測するセンサにより、穀粒の重さを量ります（図2-6-2）。

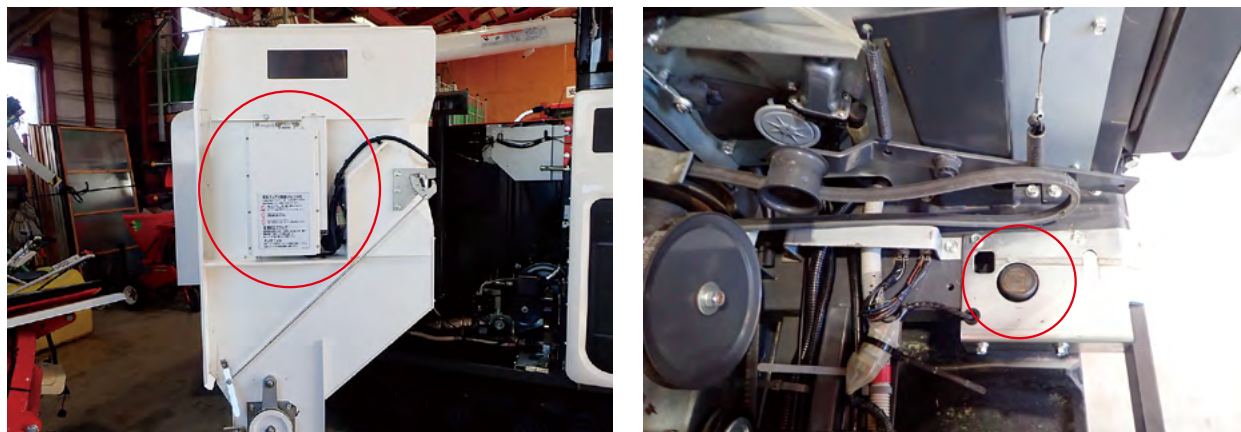


図2-6-2 食味センサ（左）・収量センサ（右）（クボタ ER448） 赤丸で囲った部分

食味センサは近赤外線分析法により穀粒のタンパク質含有率と水分を測ります。計測結果はコンバインの液晶ディスプレイに表示されます（図2-6-3）。



図2-6-3 計測結果の表示（クボタ ER448）

収量や品質の精度はメーカーや機種により異なりますが、収量では誤差が±10%程度、品質では1～3%程度となっていることが多いです。絶対値としての精度はやや低いものの、ほ場間の比較に使うには問題はありません。

実証試験地の結果は、穀粒重量とはかり（秤）で計測した値はほぼ一致しました。一方品質測定では、穀粒のタンパク質含有率は品種がパン用小麦のためか1%程度低めに出る傾向があり、水分25%を超えるような場合に従来の測定法と水分値が大きく異なる場合があります。このようなことから収量は水分を使って計算するので水分が高い場合に収量を参考にする場合は注意が必要です。

2) 収穫作業

収穫作業はいままでの収穫作業と変わりません。新たに必要な作業は、収量測定（穀粒重量）をするために穀粒排出前に手順に従い測定作業が必要です。KSAS（営農支援システム）と連携する場合、ほ場等の収穫作業情報の事前入力、作業開始・終了のスマホ操作が必要となります。

3) データの利用

KSAS（営農支援システム）を利用しない場合には、穀粒を排出ごとに穀粒重量、穀粒のタンパク質含有率などを記録し、収量を算出します。KSASを利用すると図2-6-4のようにほ場ごとに収量や品質を地図やグラフに表示できるので、手間なく視覚的に把握しやすくなります。

ほ場や生育状況などと合わせることで作付計画や施肥設計を立てるための判断材料に利用できます。



図2-6-4 KSASによるほ場別の収量・品質の結果表示例（新潟市北区）



近赤外分析法

農作物に含まれる水分、タンパク質含有率などを非破壊で簡易に測定できる方法として知られています。近赤外分析機は農産物検査、小麦の品質基準などでも一部使われています。



ワンポイントアドバイス 営農支援システム

- ①ここではクボタ製の収量コンバインを利用したのでKSASを利用しています。また、これらの機能を利用するには設定や手続きが必要です。
- ②スマホなどの操作をせずに自動で日誌が記録できる対応機も発売されています。詳細は各メーカーにお問い合わせください。

5. 注意点など

- 各社により収量などの計測方法は異なりますので詳細については製造メーカー、製品の取扱説明書を参照してください。正しい方法で使わないと測定値が異なる場合があります。
- 作物ごとにタンパク含有率の水分換算値が異なるので設定で合わせる必要がある場合があります。
- 計量法に定められた「はかり」ではありません。取引・証明に使うことはできません。

② コンバインの清掃

1. 概要

自脱コンバインは米麦共用で利用可能ですが、新潟県ではコンタミ防止から一般に共用されていません。そこで、自脱コンバインを米麦で利用するため、残留しやすい箇所やその清掃方法について明らかにしコンタミを低減することで、米麦共用利用できるようにします。

2. 技術のポイント

米麦で自脱コンバインを共用するためにはコンタミを低減することが必要です。コンタミを低減するためには自脱コンバインの清掃する場所やその方法、手順を理解することが重要です。

3. 用意するもの

- 自脱コンバイン
- エアーコンプレッサ+エアーガン（ロングノズル）、工具（図2-6-5）
- 防塵マスク、保護手袋のほか、ヘルメット、安全靴、保護メガネ、防音具などの保護具を装着する（図2-6-6）。

【あると便利なもの】

- 充電式インパクトドライバ（図2-6-5）
- 清掃用具、ブルーシートなど



図2-6-5 工具（左）、充電式インパクトドライバ（右）



図2-6-6 作業の際に用意する保護具

4. 内容

ここでは、実証試験地で利用した株式会社クボタ製自脱コンバイン（ER448）を使用して、調査や清掃を行いました。

1) 自脱コンバインの一般的な清掃後に残留しやすい箇所

取扱説明書に従った清掃後でも図2-6-7のように残留穀粒がありました。見えるところでは刈取部に穀粒の残留が1番多く、脱穀部入り口の揺動板（シーブケース）手前のカバー付近に残留穀粒がありました。見えないところではこぎ胴天板裏、穀粒タンク内のパッキンやセンサーへの挟み込み、アンローダにありました。それ以外に穀粒の残留は、揺動板、こぎ胴周辺、1番送りにありました。刈取部に穀粒の残留が多くあるのは穂先がカバーなどにはさまっていたためです。

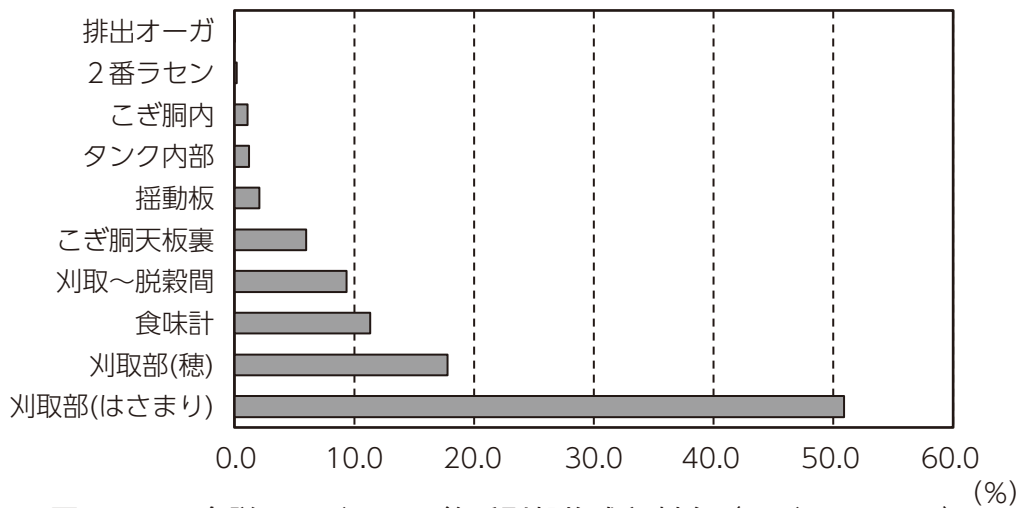


図2-6-7 自脱コンバインの箇所別穀物残留割合（クボタ ER448）
小麦収穫後の一般的な清掃後に分解清掃を実施。全体で約150gの残留あり。

2) コンタミ低減のための清掃箇所

取扱説明書による方法で行っても穀粒の残りやすい場所の清掃方法について説明します。穀粒残量の多い順番に清掃方法を紹介していますが、高い位置や穀粒の流れに沿って順番に清掃します。その他は、取扱説明書にある清掃方法が基本となりますので必ず取扱説明書を確認しながら作業してください。

- (1) **刈取部** 主にカバーの裏や隙間にはさまった穂などが多くみられます。カバーを外し、大きな穂などを手で取り除き、エアブローにより除去できます。確認し易い場所なので問題なく除去できます。
- (2) **食味計** サンプル装置のシャッタが閉まったままで残留穀粒がありました。食味計を取り外しエアブローすることで簡単に除去できます。取り外しが不安な場合には販売店にご相談ください。

- (3) **刈取～脱穀間** 脱穀部入り口付近のゴムカバーの裏やつなぎ目に穀粒が残っています(図2-6-8)。大まかに取り除き、つなぎ目をエアーブロすることで簡単に除去できます。

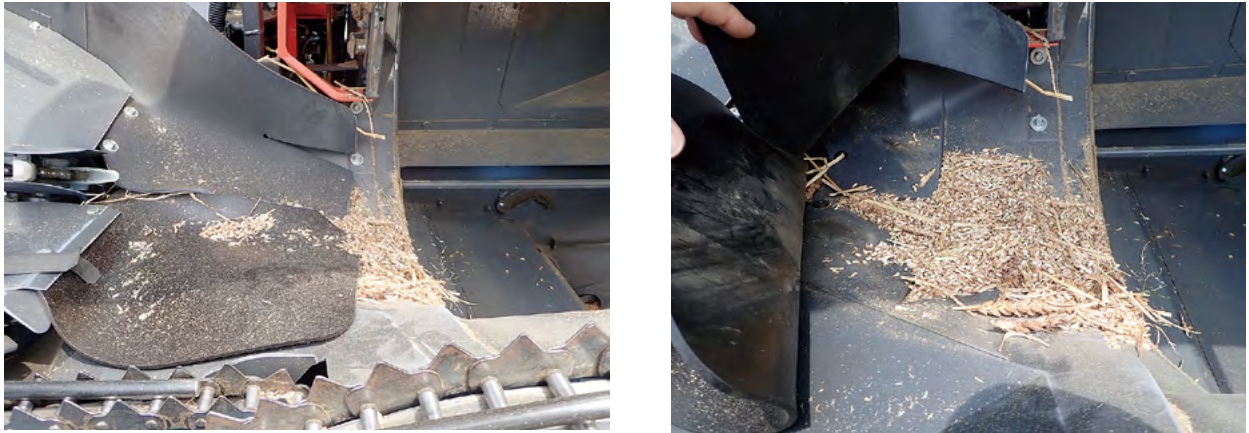


図2-6-8 脱穀部入り口付近 (左：通常状態、右：ゴムカバーをめくった状態)

- (4) **こぎ胴天板裏** 受け網、揺動板を外して(図2-6-9)、エアーブロします(図2-6-10)。ゴミが出なくなるまで丁寧にすることで穀粒などを除けます。ロングノーズのエアージェットを使うと作業しやすいです。ただし、奥まで手を入れると危険なので見えない場所に手を入れないでください。



図2-6-9 揺動板の取りはずし

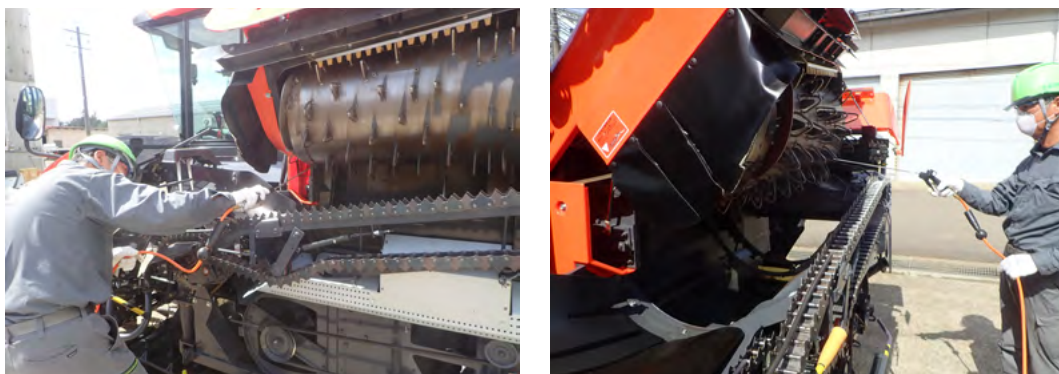


図2-6-10 こぎ胴の清掃

- (5) **揺動板（シーブケース）・こぎ胴内** フィンや受け網に残留穀粒がはさみ込まれている場合がありますが、隙間などを丁寧にエアーブロすることで取り除くことができます(図2-6-11)。マニュアルの清掃の仕方には記載されていませんが、揺動板を機体から外し、エアーブロにより清掃することで確実に残留穀粒を軽減できます。揺動板の脱着は2人以上で作業を行ってください。



図2-6-11 揺動板の穀粒残留がみられる箇所（左：フィン、右：受け網）

- (6) **穀粒タンク内** パッキンやセンサへのはさみ込みによる残留が多くみられます。穀粒タンクの蓋からエアーブロすることで清掃します。



清掃のポイント

マニュアルに記載のある清掃場所も含め、念入りにエアーブロすることで穀粒の残留を低減できます。穀粒の残留確認や穀粒の清掃時間は2人で1時間程度でした。



ワンポイントアドバイス

整備する際に

清掃にあたりネジ等やふたなどの部品を取り外す必要があります。適当においておくと、元の場所がわからなくなる、付け忘れる、紛失することがあります。図2-6-12のように付いていた場所ごとに分けておくと、付け忘れなどを防ぐことができます。



図2-6-12 かごや箱を利用した部品保管

5. 注意点など

- エアーブロを行い清掃する作業を行うので、防じん対策を行い、適切な場所で作業をしてください。
- メーカーや機種によって仕組みや構造が異なりますので、部品の取り外しや開閉なども含めて必ず取扱説明書に従って行ってください。
- コンバインにはカッタなどがあり、触るだけでけがをする場合があるので十分注意しながら清掃作業を行ってください。
- 清掃作業は2人以上であることをお勧めします。

③ 循環型乾燥機の清掃

1. 概要

循環型乾燥機は米麦で共用利用できる機種が多くあります。米麦での利用は水稻へのコンタミを心配される方が多いのが現状です。そこで、循環型乾燥機を米麦で利用するため、残留しやすい箇所やその清掃方法について明らかにし、コンタミを低減することで米麦共用利用できるようにします。

2. 技術のポイント

米麦で循環型乾燥機を共用するためにはコンタミを低減することが必要です。コンタミを低減するためには循環型乾燥機の清掃する場所やその方法、手順を理解することが重要です。

3. 用意するもの

- 循環型乾燥機
 - エアーコンプレッサ+エアーガン（ロングノズル）+延長リール、工具、マスク、手袋など
- 【あると便利なもの】
- 清掃用具、ブルーシートなど

4. 内容

ここでは、実証試験地で利用した株式会社サタケ 循環型乾燥機（SDR-70DM2およびSDR-80DM2）を使用して、調査や清掃を行いました。製造メーカーや機種によって名称や構造が違う場合があります。

1) 循環型乾燥機の一般的な清掃後に残留しやすい箇所

取扱説明書に従った清掃にさらに分解清掃を行うと図2-6-13のように残留穀粒がみられま

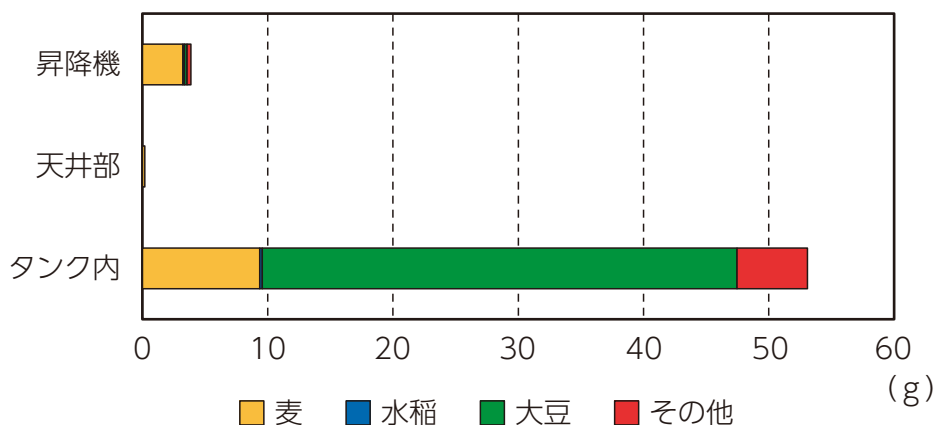


図2-6-13 70石循環型乾燥機（SDR-70DM2）の場所別穀物残留重量
2018年7月小麦乾燥後調査



上部スクリュ



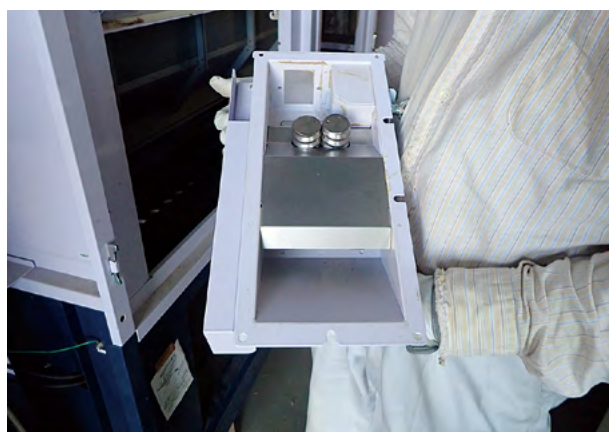
防音板



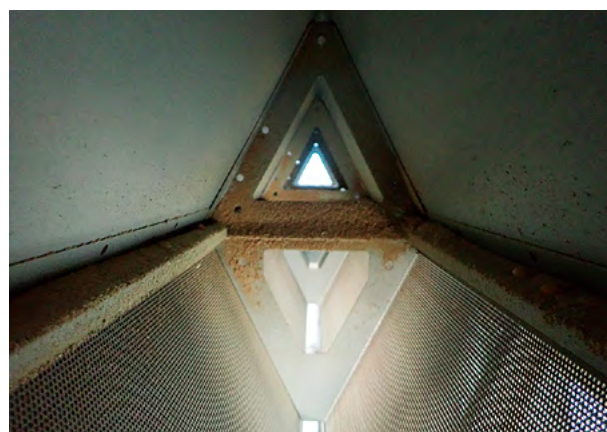
昇降機の上



昇降機上部のふた



水分計



三角風洞部 (内部)

図2-6-14 一般的な清掃後に残留穀粒があった場所

した。詳しくみると、天井部にある上部スクリュおよび防音板のつなぎ目、昇降機の上部および水分計周辺、タンク内の三角風洞部に残留穀粒がありました。

取扱説明書では天井部および昇降機の上部は一般的な清掃箇所にはなっていません。

2) コンタミ低減のための清掃箇所

取扱説明書による方法で行っても穀粒の残留が残りやすい場所の清掃方法について説明します。乾燥機の高いところから低いところへ、さらに穀粒の流れに沿って順番に清掃します。その他は、取扱説明書にある清掃方法が基本となりますので必ず取扱説明書を確認しながら作業してください。また、購入してから時間の経っている中古乾燥機は、ひずみなどの経年劣化によりすき間が大きくなっている場合があるので注意が必要です。

注意) 取扱説明書では高所作業となる天井部および昇降機の上部 (①および②) は一般的な清掃箇所にはなっていないことから、清掃の際にはあらかじめ販売店等にご相談ください。

【清掃の順番】

①昇降機上部、天井部 (上部スクリュ・均分器など)



②防音板



③三角風洞部



④水分計



⑤下部スクリュ、昇降機下部

乾燥機の下にブルーシートを敷いておくと、穀粒が乾燥機の下に残らず清掃が楽になります。

①昇降機上部および天井部

主にカバーの裏や隙間にはさまった穀粒があります。穂などは手で取り除き、穀粒の流れに沿ってエアブロすることで除去できます。

②防音板

すき間やつなぎ目に穀粒がはさまっています。エアブロやはたきなどである程度除去で

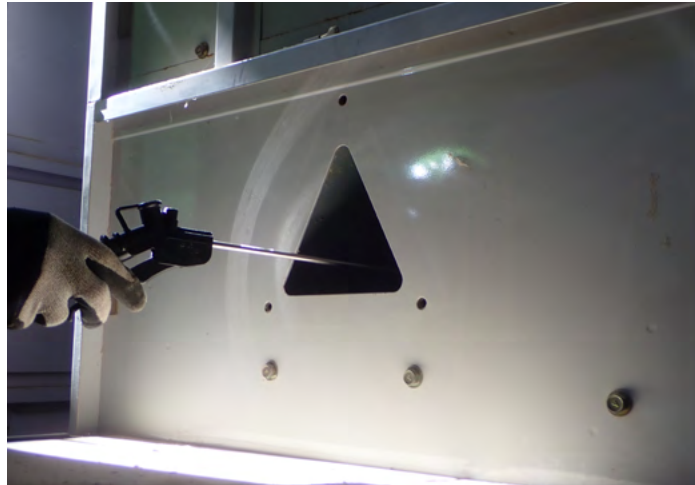


図2-6-15 三角風洞部清掃口

きますが、すべてを取り除くことは困難です。目張りをするなどの対策もありますが、耐久性の問題もあります。なお、2019年に購入した循環型乾燥機（SDR-80DM2）では問題となるようなすき間はなく、残留穀粒はなかったため、米麦汎用利用をする場合には新しい機種を利用することで、残留穀粒を低減することができます。

③三角風洞部

清掃箇所となっていますが、三角風洞部の清掃口および側板ふたを外し、内外から丁寧にエアースロすることにより端や出っ張りに残った塵や穀粒を取り除くことができます。特に、高水分の穀粒を乾燥した場合にこびりついていることがあるので懐中電灯などを使い塵などが残っていないことを確認します。

④水分計

取り外し、エアースロします。計測部に穀粒が残っている場合があるので丁寧に清掃してください。

⑤下部スクリュ

清掃時に落下してきた塵や穀粒が溜まります。底板を開き、昇降機下部と合わせてエアースロします。



循環型乾燥機の清掃について

マニュアルに記載のある清掃場所も含め、念入りにエアーブロすることで穀粒の残留を低減できます。穀粒の残留確認や清掃時間は2人で2時間程度でした。

小麦乾燥後に本方法により清掃を行ったのちに、水稻の乾燥を行い、小麦のコンタミ程度を調査したところ、小麦の混入は0ではありませんでしたが、混入率は最大で0.02%でした。



ワンポイントアドバイス コンタミ低減のため調製

コンタミ低減のため清掃を行うのはもちろんですが、水稻の最初の乾燥分について色彩選別機による調製を行うことでより低減することができます。

5. 注意点など

- 昇降機上部および天井部の清掃を行うことでコンタミを低減することが可能になりますが、高所作業になり転落等の危険が伴います。本調査は、製造メーカーや販売会社の専門家の協力により実施しています。
- エアーブロを行い清掃する作業を行うので、防じん対策を行い、適切な場所で作業をしてください。
- メーカーや機種によって仕組みや構造が異なりますので、部品の取り外しや開閉なども含めて必ず取扱説明書に従って行ってください。
- 清掃作業は2人以上であることをお勧めします。

7) 品質

① 製パン性

1. 技術内容の概要

土性（砂丘畑地、水田転換畑）および施肥方法（標準区、省力区、慣行区）が異なっても小麦粉の品質とパンの比容積はほぼ同程度です。

2. 技術のポイント

本マニュアルの栽培を行うことで、タンパク質含有率が高くパンに向く小麦粉の品質が確保できます。

3. 分析および製造方法

- 1) タンパク質含有率はケルダール法で、灰分含有率は直接灰化法で行った結果です。いずれも水分13.5%換算で表示しています。
- 2) パンの製造はパン用酵母試験法で、パンの比容積は菜種法で行いました。

4. 技術の内容

「ゆきちから」「夏黄金」から製造した小麦粉は土性・施肥方法に関わらず、いずれもパンに向く強（準強）力粉1等相当の品質（[p.48【参考】](#)）で、パンの比容積はほぼ同程度です（表2-7-1）。

表2-7-1 小麦粉タンパク質含有率、灰分含有率およびパン比容積

品種名	栽培地	土性	施肥方法	小麦粉（60%粉）		パン 比容積 (ml/g)
				タンパク質 含有率 (%)	灰分 含有率 (%)	
ゆきちから	新潟市	砂丘畑地	標準区	12.6	0.39	4.8
			省力区	11.6	0.40	4.8
	上越市	水田転換畑	慣行区	11.9	0.39	4.9
夏黄金	新潟市	砂丘畑地	標準区	12.3	0.39	4.8
			省力区	11.4	0.37	4.7
	上越市	水田転換畑	慣行区	12.5	0.39	4.8

小麦粉のタンパク質含有率および灰分含有率は、水分13.5%で換算した値である。

ホイロ終了は、パン生地が型枠より1.5cm上になった時点とした。

パンの比容積は4本焼成したパンの平均値である。



ゆきちから
(標準区)

夏黄金
(標準区)

図2-7-1 焼成したパン外観

【参考】 小麦粉の等級と成分

等級		1等	2等
灰分含有率(%)		0.3~0.4	0.5前後
強力粉	主な用途	パン	パン
	タンパク質含有率(%)	11.5~12.5	12.0~13.0
	主な用途	パン	パン
準強力粉	タンパク質含有率(%)	11.0~12.0	11.5~12.5

出典：小麦・小麦粉の商品知識（一般財団法人製粉協会）を改変
(<http://www.seifun.or.jp>)

5. 注意点など

記載した成分およびパンの比容積は、いずれも2019年産のデータです。

② 醤油加工性

1. 技術内容の概要

土性（砂丘畑地、水田転換畑）および施肥方法（標準区、省力区、慣行区）が異なっても醤油の性状はほぼ同程度です。

2. 技術のポイント

本マニュアルの栽培方法を行うことで、タンパク質含有率が高く醤油に向く小麦の品質が確保できます。

3. 分析および製造方法

- 1) 焙煎・割砕した小麦と蒸煮大豆を重量比3：8で混合し30℃・40時間で醤油麴としました。
- 2) 醤油麴と食塩水（23w/w%）を重量比2：3で混合し40℃・1ヶ月間加温醸造後、压榨濾過したものを速醸醤油としました。
- 3) 醤油麴のプロテアーゼ活性は醤油試験法に準じた比色法で測定しました。
- 4) 速醸醤油のホルモール窒素（FN）は滴定法で、全窒素（TN）はケルダール法で、塩分はモール法で、遊離アミノ酸はニンヒドリン法を用いた高速アミノ酸分析計にて測定しました。

4. 技術の内容

土性・施肥方法に関わらず「ゆきちから」「夏黄金」を原料に製造した醤油麴のプロテアーゼ活性および醤油の性状はほぼ同程度です（表2-7-2）。

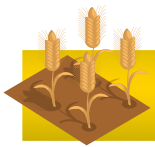
表2-7-2 醤油麴および醤油の性状

品種名	栽培地	土性	施肥方法	子実 タンパク質 含有率 (%)	醤油麴		醤油					
					pH5.7プロテ アーゼ活性 (units/g)	pH7.0プロテ アーゼ活性 (units/g)	塩分 (%)	ホルモール 窒素 (FN,%)	全窒素 (TN,%)	タンパク 分解率 (%)	遊離 グルタミン酸 (mg/100g)	遊離 アミノ酸総量 (mg/100g)
ゆきちから	新潟市	砂丘畑地	標準区	12.4	716	832	16.0	0.75	1.57	47.6	420	2880
			省力区	11.6	727	848	16.1	0.72	1.52	47.2	368	2630
	上越市	水田転換畑	慣行区	12.6	703	843	16.0	0.76	1.58	47.7	381	2703
夏黄金	新潟市	砂丘畑地	標準区	13.0	677	852	15.9	0.86	1.68	51.0	419	2739
			省力区	13.4	681	807	15.9	0.88	1.68	52.6	396	2696
	上越市	水田転換畑	慣行区	13.3	702	757	15.8	0.90	1.76	51.3	413	2943

子実タンパク質含有率は、水分12.5%で換算した値である。

5. 注意点など

醤油麴および醤油の性状で使用した「ゆきちから」は2017年産～2019年産の平均値、「夏黄金」は2019年産のデータです。



3 応用編

1) 省力追肥

① 省力追肥体系について

1. 概要

砂丘畑地の「ゆきちから」栽培は追肥回数が多いことから、追肥回数を減らすことができる省力追肥体系について、追肥時期やその量について解説します。

2. 技術のポイント

砂丘畑地の「ゆきちから」栽培では収量や品質を確保するためには追肥回数を5回と多くする必要があります。省力追肥体系を利用することで追肥作業回数の削減だけでなく、水稻移植作業と重なる5月上旬の追肥作業の負担を減らすことで、適期作業やタンパク質含有率の確保に貢献します。

3. 用意するもの

2-3) 追肥、3-1)-②防除同時施肥、3-1)-③溶液の作り方を参照。

4. 技術の内容

省力追肥体系は、これまでに開発した栽培体系（図3-1-1）の5回施用する追肥から、①越冬前追肥と③茎立期追肥を省略し、②越冬後追肥と④止葉抽出期追肥を増量します。なお、③越冬後追肥は6kg/10a、④止葉抽出期追肥は3kg/10aを目安としてください。また、開花期追肥は赤かび病防除の薬液中に肥料を溶かして同時に散布することで省力化します（3-1）

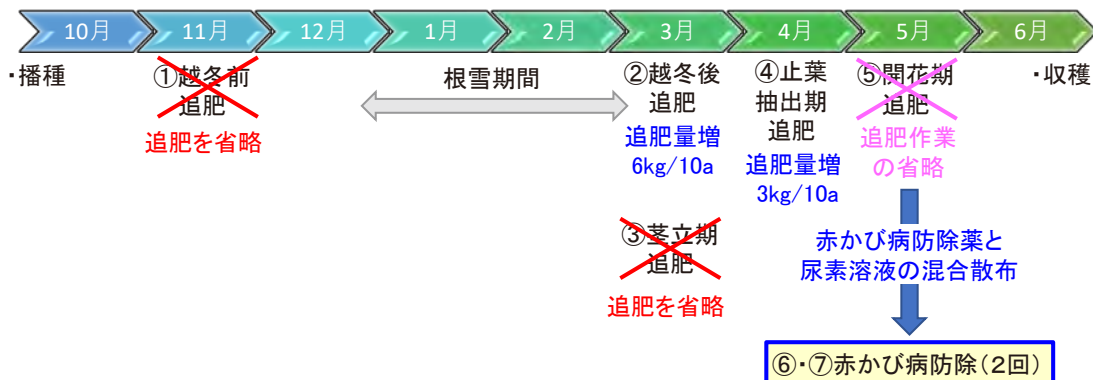


図3-1-1 砂丘畑地パン用小麦の省力追肥体系による追肥時期

-②防除同時施肥 を参照)。その結果、省力追肥体系では標準追肥体系よりも3回の作業を削減することができます(表3-1-1)。

また、省力追肥体系では、施用窒素量は同量でも同等以上の収量が得られることがわかりました(表3-1-2)。

5. 注意点など

省力追肥体系では、標準追肥体系と同等以上の収量を得ることができるため、子実タンパク質含有率が低くなることがあります(表3-1-2)。そのため、省力追肥体系では開花期窒素追肥量8kg/10a(4kg/10aの防除同時施肥を2回)を基準としてください。

出芽数が少ない場合、越冬前の生育が悪い場合は越冬前追肥を省略すると穂数が少なく、減収する恐れがあります。このような場合、越冬前追肥を施用してください。

表3-1-1 省力追肥体系と標準追肥体系における作業内容

年	月	日	省力追肥体系	標準追肥体系
2018	10	9	播種+施肥	播種+施肥
			除草剤散布	除草剤散布
	11	6	除草剤散布	除草剤散布
2019	2	26	越冬後追肥	越冬後追肥
		3	5	除草剤散布
		19		茎立期追肥
	4	16	止葉抽出期追肥	止葉抽出期追肥
	5	1	赤かび病防除+葉面散布追肥	赤かび病防除
		8	赤かび病防除+葉面散布追肥	開花期追肥
	6	17	収穫	赤かび病防除 収穫
作業回数			9回	12回

表3-1-2 省力追肥体系と標準追肥体系における収量と穂数、子実タンパク質含有率

収穫年	体系	開花期追肥量 (kg/10a)	収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	子実タンパク質 含有率 (%)
2017	省力	6	557	419	10.3
	標準	6	486	409	10.9
2018	省力	4	620	494	9.9
		6	620	462	10.7
		8	652	491	11.7
	標準	4	375	323	9.9
		6	481	381	11.1
		8	582	413	12.3
2019	省力	8	509	471	11.7
	標準	8	470	377	13.0

② 防除同時施肥について

1. 概要

液肥に農薬を溶かして散布し、追肥と防除を同時に行います。

2. 技術のポイント

尿素溶液に農薬を溶かして散布すると、追肥の効果も防除の効果も変わらずに作業を省略できます。

3. 用意するもの

尿素、水、攪拌機、大型タンク、ポンプ、散布機、ブームスプレーヤ

4. 内容

1) 尿素の葉面散布

植物は根だけでなく葉や茎からも養分を吸収できます。葉や茎の吸収率は根に劣りますが、土に施肥したときは根に吸収されなかったり、吸収されても実に行かなかったりするので、葉面散布の方が効率の良いこともあります。小麦の開花期の尿素葉面散布は、タンパク含量を最も効率的に上げる方法として、海外では半世紀以上にわたって行われていて、日本でも行っている地域があります。



2) 赤かび防除剤と尿素的同時葉面散布

開花期追肥と赤かび病防除を、尿素溶液に殺菌剤を混合して葉面散布することで作業を省力しました。トップジン水和剤またはシルバキュアフロアブル、ワークアップフロアブルを尿素溶液に溶かして、防除と追肥を同時にできました。いずれの場合も追肥によるタンパクの向上効果も赤かび病の防除効果も違いはありませんでした。他に、アミスター、オーソサイド、ストロビーなどは尿素との混用事例があります。

表3-1-3 防除同時施肥の子実タンパク質含有率への効果

	追肥時期と窒素量 (kg/10a)		タンパク質含有率 (%)
	穂揃期	開花期	
同時葉面散布	4	0	9.9
	4	2	10.7
	4	4	11.7
別々に散布	4	0	9.9
	6	0	11.1
	8	0	12.3

* 窒素 4 kgは、尿素では9.5kg



尿素による葉の肥料焼け

尿素を葉面散布すると肥料焼けをして小麦の葉先が枯れることがあります。尿素濃度が濃いほど枯れが大きくなります。症状がひどい時は減収したという海外の報告もありますが、今回の試験では尿素10%までは肥料焼けが大きくなって増収しました。散布後に高温・乾燥になると症状が強くなるので、曇った日や風のない日を選んだり午後の遅めに散布すると良いです。



図3-1-2 尿素による肥料焼け

3) 除草剤と尿素溶液の混合散布

越冬前にバサグラン液剤を尿素溶液に溶かして散布し、除草と追肥を同時に行いました。除草剤も尿素と混用しても効果は変わりませんでした。海外ではエコパート、MCPソーダと窒素肥料との混用事例があります。



尿素について

水にとっても溶けやすく、アルコールにも溶けます。尿素水溶液は脂肪酸やタンパク質にも馴染んで様々な物質を溶かします。この性質は角質層を溶かすハンドクリームの成分として利用されています。水溶液のpHはほぼ中性です。

こうした性質から尿素水溶液は多くの農薬と馴染むとされていますが、農薬成分を特殊な物質でコーティングしているEW剤、ME剤、マイクロカプセル剤などとは混ぜない方が良いでしょう。初めて混用するときは一度ペットボトルなどで少量を混ぜてみて、沈殿など生じないことを確認することをお勧めします。

5. 注意点など

- 尿素溶液が乾くと結晶化して固まってしまうので、使った器具は葉面散布後すぐに良く洗浄しましょう。特に、散布機のタンク、ポンプ、配管、ノズルは、詰まりと故障の原因となるので、念入りに洗浄してください。
- 農薬の混用は農薬メーカーの保証外です。混用事例があるか確認したうえで自己責任で行ってください。

③ 尿素溶液の作り方について

1. 概要

追肥のための尿素溶液をブームスプレーヤーで葉面散布するための尿素溶液を作る方法を解説します。

2. 技術のポイント

尿素溶液を作るために必要な道具、準備、尿素肥料の量、尿素肥料の溶かし方の工夫や注意点をまとめ、効率的に失敗なく尿素溶液を作れるようにします。

3. 用意するもの

- 尿素肥料（細粒や小粒が溶けやすい）、水。
- はかり（秤）。ブームスプレーヤー。

【あると便利なもの】

- 電動攪拌機。充電式だと電気が来ていないほ場で使う場合に便利です。



図3-1-3 用意する肥料と電動攪拌機

4. 内容

1) 尿素溶液を作るまえに

- 尿素は水によく溶けます。
- 表3-1-4のように尿素を溶かす水は温度が高い方が溶けやすいです。
- 尿素を水に溶かすと吸熱反応で水温が下がるため、水温の高い水に溶かした方が溶けやすいです。

表3-1-4 尿素が水に溶ける量

水温 (°C)	飽和溶解度 (kg/100 l)
0	66
10	81
20	108

- 容器の底で冷えて固まると溶かすのが大変です。
- 尿素が溶け残った状態で散布するとブームスプレーヤのノズルに詰まる恐れがあります。



アドバイス

尿素を早く溶かすには、

- ①水の温度を上げる。
- ②よく混ぜる。
- ③粒の小さい尿素を使うことが有効です。



図3-1-4 尿素的の溶ける様子
(左：大粒、右：細粒)



吸熱反応とは、化学反応がおこるときに周囲の温度が下がる反応のことをいいます。

瞬間冷却パックに利用されている原理と同じものです。

2) 尿素溶液の作り方

尿素肥料を水に溶かして尿素溶液を作ります。そのため、散布する窒素分に合わせ、尿素肥料をはかり（秤）で量り、水に溶かすことで、必要な濃度の尿素溶液を作ることになります。

ここでは尿素肥料の窒素成分を46%で計算していますので、尿素的の窒素成分が異なる場合にはこの表3-1-5は使えないので、溶かす尿素肥料の量を計算してください。

表3-1-5 尿素溶液の作り方

(作りたい窒素量、作りたい尿素溶液の量と必要な尿素肥料の重さ)

尿素肥料 (kg)	10a当の窒素散布量(kg/10a:100ℓ)				
	1	2	4	6	8
100	2	4	9	13	17
200	4	9	17	26	35
300	7	13	26	39	52
400	9	17	35	52	70
500	11	22	43	65	87

【表の見方】 窒素量 4 kg/10aの尿素溶液を300 ℓ 作りたい場合。

○尿素肥料26kgを約300 ℓ の水に溶かします。

窒素成分が46%以外の溶かす尿素肥料の量の求め方は以下の通りです。

$$\text{溶かす尿素肥料の量(kg)} = \text{作りたい窒素散布量(kg/10a)} \div \frac{\text{使う尿素肥料の濃度(\%)}{100} \times \frac{\text{作りたい尿素溶液量(ℓ)}}{100}$$

例1) 10a当の窒素散布量 2 kg/10aにするためには、使う尿素肥料の濃度が44%、作りたい尿素溶液量300 ℓの場合、式に当てはめると約14kgになります。

$$2 \text{ (kg/10a)} \div (44 \text{ (\%)} \div 100) \times (300 \text{ (ℓ)} \div 100) = 13.6\text{kg} \div 14\text{kg}$$



アドバイス 尿素溶液を作る場合

水をタンクに満タンに入れておくと、肥料を入ただけでタンクから水があふれることや、あふれなくても攪拌するのが難しくなるので、入れる肥料の量を考慮してタンクに水を入れます。作り置きをすると、肥料が再結晶化する場合があるので、溶かしたらすぐに使い切ります。



図3-1-5 500 ℓ タンクに4kg/10aの尿素溶液を作る場合

3) 尿素肥料の溶かし方

ここでは、窒素成分 4 kg/10aの尿素溶液を500 ℓ 作る方法を例に説明します。

【方法1】 ブームスプレーヤのタンクで直接作る方法（攪拌機能を使う方法）

[準備するもの] ブームスプレーヤ（500 ℓタンク以上）、水500 ℓ、尿素肥料43kg、
電動攪拌機

- (1) かき混ぜるブームスプレーヤのタンクに500 ℓ 水を入れます。
- (2) 攪拌機能を使いながら水流を作ります。



図3-1-6 ブームスプレーヤの攪拌機能（丸山製作所 BSA-650の場合）
左：機械式攪拌、右：攪拌の様子（水流ができています）

- (3) 攪拌しながら、尿素肥料43kgを徐々に投入していきます。十分に肥料を溶かすため10分程度攪拌してください。電動攪拌機を併用すると早く確実に溶かすことができます。
- (4) 混合散布をする場合には、農薬などを加え攪拌します。



ここで紹介した方法は、海外の農家がYouTubeなどで紹介しています。

あらかじめ必要な尿素肥料を計量しておくと作製の際に手間が省けます。

尿素肥料が溶け残る場合、ブームスプレーヤ攪拌性能が弱いのか、尿素肥料を速く入れすぎです。電動攪拌機を併用することで、溶け残しを防止することができます。



図3-1-7 電動攪拌機の利用



アドバイス

ブームスプレーヤの水こし網（濾過用バスケット）に肥料を直接入れて使う方法

農機メーカーでは、水こし網を使って尿素肥料などを溶かす方法を推奨していません。水こし網の網目から抜け落ちた固形物がそのまま流れノズルに詰まる恐れがあるからです。



図3-1-8
水こし網の利用

【方法2】ローリータンクで作ってポンプで移す（あらかじめ作る方法）

[準備するもの] ローリータンク（500ℓ以上）、水500ℓ、尿素肥料43kg、電動攪拌機、ブームスプレーヤに給水ポンプ・ジェットポンプなどがない場合には、水中ポンプなど

- ①ローリータンクに水500ℓを入れる。タンクによっては肥料を入れ、かき混ぜるとあふれそうな場合、400～450ℓと少なめに水を入れます。
- ②ローリータンクに電動攪拌機を設置し、水流を作ります。
- ③水流へ尿素肥料43kgを流れるように投入し、溶かします。気温・水温が15℃程度あれば、投入開始から溶けきるまで5分程度です。



図3-1-9 電動攪拌機を取付たローリータンク



図3-1-10 尿素肥料の投入の様子

- ④できあがった尿素溶液をブームスプレーヤの給水ポンプなどでブームスプレーヤのタンクに移します。
- ⑤混合散布をする場合には、農薬などをブームスプレーヤのタンクで加えます。



この方法は、給水施設のそばでローリータンクに尿素溶液を作ります。散布作業中に溶かすので、溶かす時間が確保でき、溶け残りがないメリットがあります。



図3-1-11 ブームスプレーヤへの補給



アドバイス

その他の尿素溶液を作る方法

市販されている液肥を使う方法は北海道で行われています。

4. 注意点など

- 尿素溶液に赤かび病防除薬を溶かして混合散布できます。赤かび病の防除については、「農薬使用基準」を遵守してください。
- ブームスプレーヤの詰まりなどにより故障しないよう、尿素溶液作製後は速やかに散布してください。また、肥料散布作業後の洗浄はていねいに行ってください。

2) タンパク質含有率向上のための生育診断

① ほ場ごと収量・品質の履歴およびNDVIを利用した開花期追肥量診断

1. 概要

子実タンパク質含有率12%を達成できるように、ほ場ごとに開花期追肥量を収量・品質履歴、生育データ（NDVI）などを利用して決定します。

※NDVI（Normalized Difference Vegetation Index: 正規化植生指数）代表的な植生指標。植物による光の反射の特徴を利用してNDVI値が+1に近いほど、植生が多い結果となります。

2. 技術のポイント

ほ場ごとの過去の収量・タンパク質含有率と生育データなどを使ってほ場ごとのタンパク質含有率のばらつきを解消します。それらのデータを使って追肥量を決定し、タンパク質含有率向上や安定につなげます。

3. 用意するもの

- 収量コンバイン（2-6）-①を参照）による収量・品質データ
- ほ場ごとのNDVI（NDVIの収集については3-2）-②を参照）
【あると便利なもの】
- 営農支援システム

4. 技術の内容

1) 収量および品質（タンパク質含有率）データの収集

収量コンバインにより収穫することで、排出ごとの穀物重量やタンパク質含有率を計測することができます。営農支援システムを使わない場合には、排出ごとに表示画面（図3-2-1）を記録し、ほ場ごとに整理して、ほ場ごとの収量やタンパク質含有率を算出します。

また、営農支援システム（ここではKSAS）を使うと穀物重量やタンパク質含有率の記録だけでなく、ほ場ごとの収量および平均タンパ



図3-2-1 収量コンバインの穀物重量・品質表示（クボタER448の場合）

ク質含有率などの算出、これらデータと地図上のほ場の位置と関連付け表示することができます（図3-2-2）。



KSASを使わない場合のデータ記録

図3-2-1のようにスマートフォンなどで画面を記録すると、記載ミスなどを減らせます。通常であれば、時間や位置も記録されるので、収穫作業を振り返ることもできます。

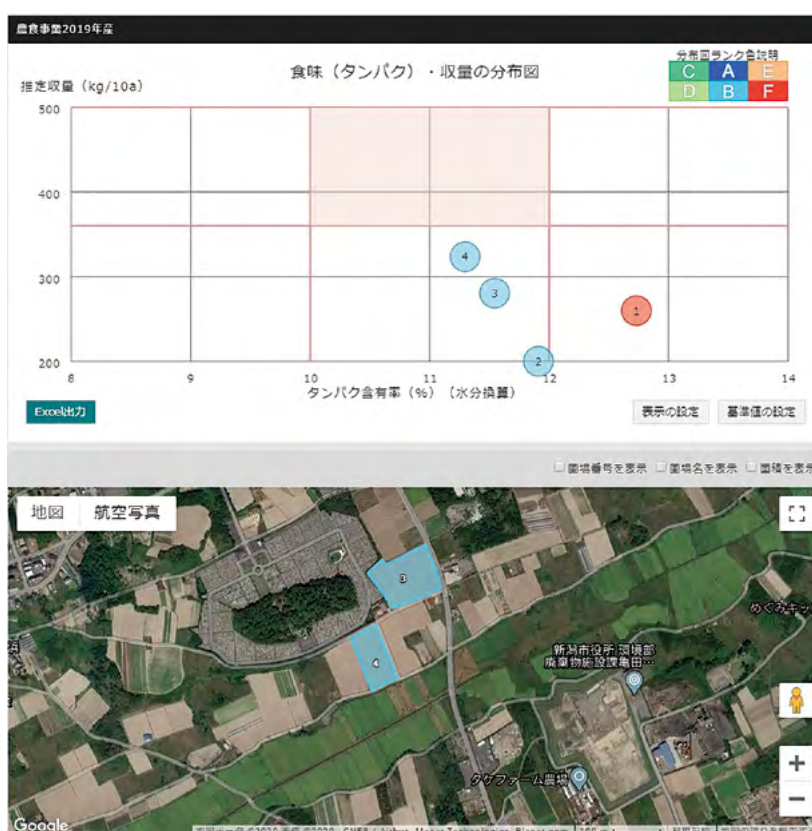


図3-2-2 営農支援システム（KSAS）による収量・品質の見える化（新潟市北区、2019年産）
（KSASの食味・収量分布図の画面）

収量・品質履歴、追肥時のNDVIなどを基にして、開花期追肥量を判断するフローチャートを作成しました（図3-2-3）。

- ①播種前（9月まで）に、ほ場ごとの雑草の状況、収量から本施肥診断を実施するかどうか決定します。また、麦のランク区分で高い灰分含有率で許容値を超えた場合にも本施肥診断を実施しません。

- ②次に、越冬後追肥時期（3月上旬）にNDVIを計測し、NDVI値が高い・低い場合には診断することができません。この理由は、越冬後追肥時期にNDVI値が0.5以上の場合にはほとんどの場合雑草が多く生えているためだからです。一方、NDVI値が0.2以下の場合には、小麦が生えていない場合だからです。達観で判断できる場合にはNDVIの計測を省略できます。
- ③止葉抽出～展開期追肥時（4月中～下旬）に2回目のNDVI計測を行います。NDVI値0.70以上と未満により開花期の追肥量を決定します。

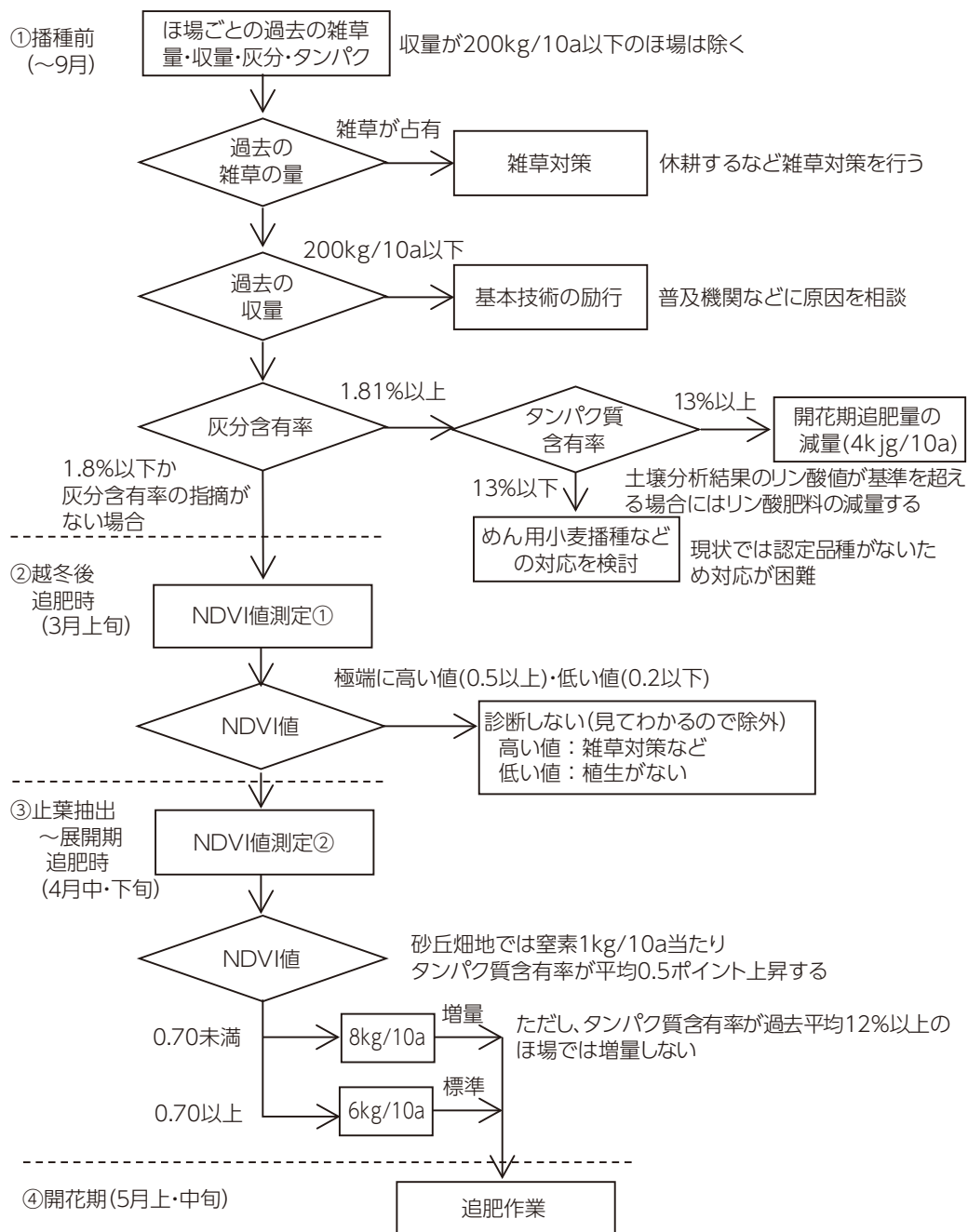


図3-2-3 NDVI値を利用した開花期追肥量の決定方法



アドバイス

NDVIの計測

ここでは携帯型NDVIセンサ（トリンブル社GreenSeeker ハンドヘルド）を使用していますが、ドローンによるNDVI測定などでも同じように使うことができます。ただし、測定方法や使用している波長が異なるため、判断に使用するNDVI値のしきい値については確認する必要があります。また、携帯型NDVIセンサは解析をせずにNDVI値が求められますが、ドローンによるNDVI測定では大抵の場合NDVI値を算出する解析が必要となります。

フローチャートを参照して開花期追肥量を決めた場合、そうでない場合と比べて目標の子実タンパク質含有率を得られたほ場の割合が多くなりました（表3-2-1）。

表3-2-1 フローチャートを参照して開花期追肥量を決めた場合（現地実証地）と一律に開花期追肥を施用した場合（慣行）の子実タンパク質含有率の範囲と目標達成率（2019年産）

追肥方法	ほ場数	タンパク質含有率範囲 (%)	タンパク質含有率中央値 (%)	目標達成ほ場数	基準値達成ほ場数	目標達成ほ場率 (%)	(参考) 基準値達成ほ場率 (%)
現地実証地	7	11.7~13.8	12.6	6	7	86	100
慣行	12	8.5~13.8	12.5	7	9	58	75

5. 注意点など

- ほ場の雑草量が多い場合は、正確なNDVIを測定することができません。また、追肥した肥料が雑草に吸収されてしまうため、予定した子実タンパク質含有率が得られないことがあります。
- 省力追肥体系では、標準追肥体系に比べて収量が同等以上となるため、子実タンパク質含有率が低くなりやすいです（[3-1](#)）-①参照）。そのため、開花期窒素追肥量は合計 8 kg/10a を基本としてください。
- 「[2-6](#)）-① 収量コンバイン」でも紹介していますが、測定された結果は参考値ですので、検査結果などで確認して使ってください。

② 携帯型NDVIセンサの測定値とGNSSによる位置情報の記録方法

1. 概要

携帯型NDVIセンサ（Trimble, GreenSeeker Handheld Crop Sensor）の測定値とGNSSによる位置情報を自動でタブレットPCに記録する方法と、NDVI値のマップ化の例について紹介します。

2. 技術のポイント

NDVI測定値と位置情報は、タブレットPCに携帯型NDVIセンサ、GNSSモジュールを接続して、ソフトを利用して収集できます。収集したデータはGISソフトを使うことでマップ化でき、ほ場のNDVI値のばらつきやほ場間のNDVI値のばらつきを見える化により一目でわかるようになります。

3. 用意するもの

- ① 携帯型NDVIセンサ（Trimble, GreenSeeker Handheld Crop Sensor）
- ② USB接続のGNSSモジュール
- ③ タブレットPC
- ④ USBケーブル（A-MicroB、データ転送用）
- ⑤ USBハブ



図3-2-4 用意するもの

4. 内容

1) タブレットPC (Win) にターミナルソフトをインストールする

ここではTera Term (v4.104) を例として紹介します。Tera Termはフリーソフトで、下記のHP等で最新版をダウンロードすることができます。インストール方法についても下記のHPを参照してください。

ダウンロード先 : <https://ja.osdn.net/projects/ttssh2/>

インストール方法 : <https://ja.osdn.net/projects/ttssh2/howto/install>

2) 携帯型NDVIセンサとGNSSモジュールをタブレットPCに接続する

携帯型NDVIセンサ (以下、GHC) の充電ポート (図3-2-5) とPCのUSBポートをケーブルで繋ぎます。タブレットPCのUSBポートが一つの場合はUSBハブを利用してGNSSモジュールを接続します。デバイスマネージャの“ポート (COMとLPT)” のリストに“Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge (COM#)” が表示されていればGHCが認識されたことになります。同じようにGNSSモジュールも認識されたかポートを確認します。

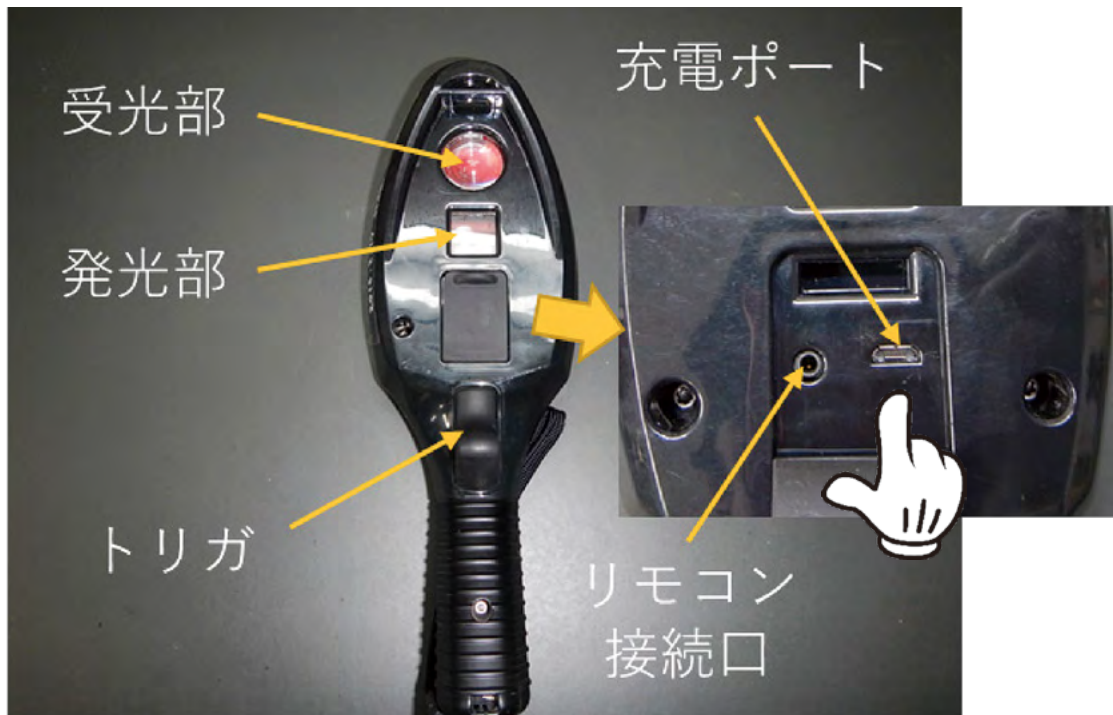


図3-2-5 携帯型NDVIセンサ充電ポート



GreenSeekerの充電ポートは破損しやすいので、ケーブルを抜き差しする際は注意してください。



アドバイス

USB接続タイプのGNSSモジュールはu-blox社製のチップを使用したものがお勧めです。u-blox社のGNSS評価ソフト「u-center」を使用して農作業記録に適したモードに設定することが可能です。

GNSSモジュール：GU-902MGG-USB（秋月電子通商）

【設定例】

u-centerのメニューのView > Configuration View の項目のMSG (Messages) はGGA、VTG、ZDAを選択、NAV5 (Navigation 5) のNavigation ModesのDynamic Modelは 3 -Pedestrianを選択、Navigation Input FiltersのMin SV Elevationは20 [deg] に設定、PRT (Ports) のBaudrateは38400に設定、RATE (Rates) のMeasurement Periodは200 [ms] に設定します。

3) Tera Termの設定 (GHC)

- 始めにGHCを接続します。“ttermpro.exe”を実行し、Tera Termを立ち上げます。



- 立ち上げ画面の新しい接続（図3-2-6）にて“シリアル (E)”を選択し、ポートにデバイスマネージャで確認したGHCのCOM番号を選択し“OK”をクリックします。

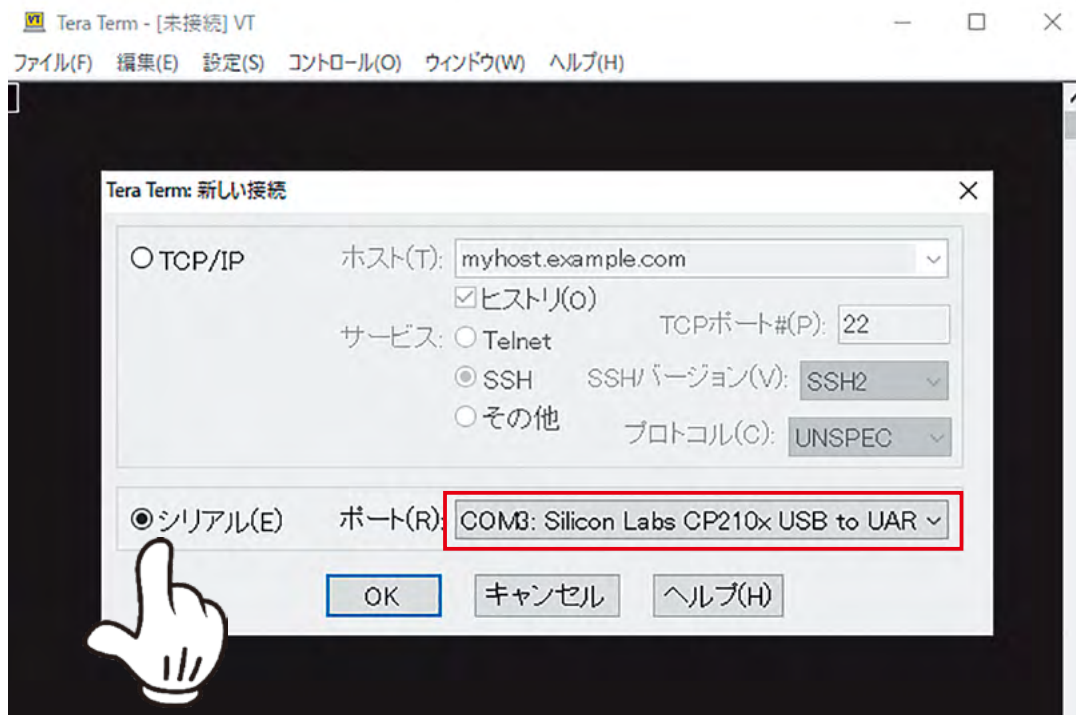


図3-2-6 接続ポートの選択



- メニュー欄の“設定 (S)” > “シリアルポート (E)” > “スピード (E)” を“115200” に設定し、“OK” をクリックします (図3-2-7)。

GHCのトリガを引き続けるとTera Termの画面上に図3-2-8のような数字が表示されれば読み取り成功です。なお、羅列した数字の各センテンスの最後がGHCの画面に表示された測定値 (NDVI値) となります (赤枠)。

“\$TEEOx〇〇〇” はエラーを示しており、その後に続くセンテンスの最後の数値はエラー値となります (黄色枠)。また、GHCの画面に表示される最小値は0ですが、測定値はマイナスの値が表示されることもあります。

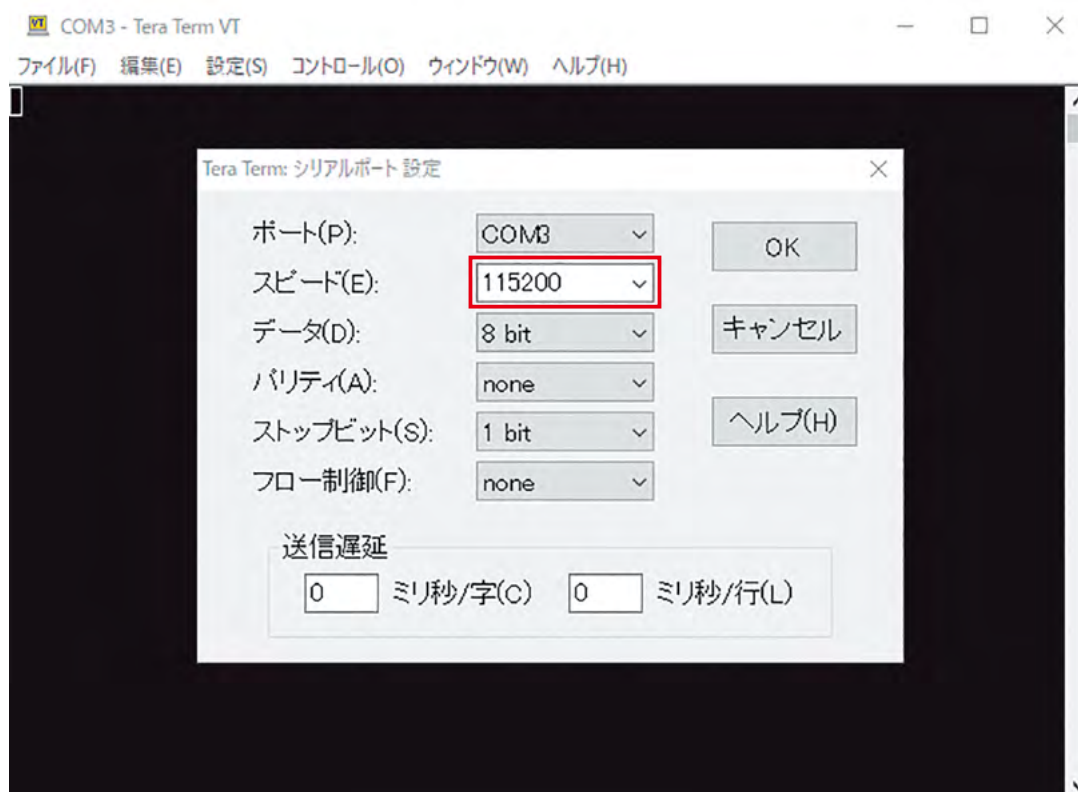


図3-2-7 シリアルポートの設定



アドバイス

GHCはトリガを引き続けることで測定間隔2HzでNDVI値を連続測定しますが、最大連続測定時間は60秒で120回測定すると停止します。また、測定エラーが5回連続で発生すると測定が停止する仕様となっています。

```

COM3 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
2864,1053,2909,1032,2845,1086,2849,1074,2904,1033,2906,1041,2889,1047,2893,1046,
2494,1504,2494,1504,2495,1503,2498,1507,2501,1478,2478,1517,2486,1499,2463,1519,
2510,1483,2505,1487,2471,1519,2465,1515,2468,1506,2464,1514,2491,1494,2486,1507,
0.522,0.664,0.14
2919,1029,2926,1035,2931,1038,2935,1040,2883,1035,2886,1026,2908,999,2890,1041,
2878,1071,2900,1030,2905,1017,2895,1030,2915,1021,2907,1026,2909,1011,2911,1015,
2495,1505,2494,1504,2501,1510,2498,1507,2539,1449,2482,1493,2473,1508,2483,1495,
2503,1485,2523,1470,2507,1489,2505,1485,2493,1498,2491,1494,2505,1485,2520,1477,
0.534,0.689,0.14
2918,1029,2928,1036,2932,1041,2937,1045,2066,1939,2074,1929,2069,1931,2076,1927,
2141,1890,2100,1905,2094,1916,2075,1937,2084,1933,2127,1897,2103,1917,2079,1953,
2494,1503,2493,1503,2499,1509,2501,1512,2107,1942,2075,1963,2076,1959,2066,1976,
2056,1978,2089,1956,2079,1956,2089,1962,2047,1989,2082,1960,2071,1979,2066,1972,
0.048,0.074,0.23
$STEE0x504
2922,1032,2923,1033,2931,1040,2934,1043,2085,1901,2119,1881,2075,1909,2107,1895,
2093,1916,2107,1902,2163,1847,2119,1895,2101,1913,2135,1887,2100,1913,2121,1883,
2495,1506,2495,1506,2500,1510,2501,1511,2109,1939,2085,1960,2067,1966,2080,1964,
2059,1980,2054,1985,2069,1972,2071,1974,2097,1950,2110,1938,2040,1995,2072,1967,
0.061,0.075,0.12
$STEE0x404

```

図3-2-8 GHC測定値の表示

4) Tera termの設定 (GNSS)

次にGNSSモジュールを接続します。

先ほどのメニュー欄の“ファイル (F)” > “新しい接続 (N)” をクリックし新しい接続にて“シリアル (E)” を選択し、ポートにデバイスマネージャで確認したGNSSモジュールのCOM番号を選択し“OK” をクリックします。

GHCとは別に新しい画面が表示されるので、メニュー欄の“設定 (S)” > “シリアルポート (E)” にてスピード (ボーレート) をGNSSモジュールの設定値“(例) 38400” に設定し、“OK” をクリックします。

GNSSモジュールが衛星をとらえているとGPGGA、GPZDA、GPVTGの各センテンスが画面に表示されます (図3-2-9)。

各センテンスの内容は以下のとおりです。

(例) \$GPGGA,060910.60,3706.99165,N,13816.26660,E,1,07,1.40,2.35,M,36.7,M,*,*69

順に、UTC時刻 (060910.60)、緯度 (3706.99165)、北緯 (N)、経度 (13816.26660)、東経 (E)、位置特定品質 (1)、衛星数 (07)、水平精度低下率 (1.40)、アンテナの海拔高さ (2.35)、メートル (M)、ジオイド高さ (36.7)、メートル (M)、チェックサム値 (*69)

(例) \$GPZDA,060910.60,22,11,2019,00,00*64

4) NDVI値のマップ化 (例)

NDVIの測定値を地図上に表示し可視化（マップ化）することで、作物の生育状況を視覚的に把握することができます。上記の手法によりTera Termで記録したGHC、GNSSのログファイルを結合させ、タイムスタンプ値を元に位置情報とNDVI値とを紐付けしたCSVファイルを作成することで、GISソフト等でNDVI値のマップ化が可能です。

ログファイルの結合方法としてはExcelのマクロ機能などを使う手法がありますが、ここでは次の手順でGIS用のCSVファイルを作成する方法について紹介します。

- ① それぞれのログファイルをExcelの“データ” > “区切り位置” を使って区切られたデータにする
- ② GHCデータは日付、時間と最終列（NDVI値）以外のデータ列を削除する
- ③ GNSSデータは“データ” > “フィルタ” を使ってGPGGAデータのみを表示し、日付、時間、緯度、経度以外のデータ列を削除する
- ④ GNSSデータを全て選択コピーし、GHCデータに時間が同じ列となるように貼り付ける
- ⑤ 時間列を“データ” > “並び替え” を使って昇順に並び替える
- ⑥ 5Hzで取得したGPGGAデータの中に2Hzで取得したGHCデータが入り組んだ形のデータ配列が作成されるので、時間が近いGPGGAデータとNDVIデータを紐付けし、表3-2-2のようなCSVファイルを作成する

表3-2-2 位置情報とNDVI値の紐付け

Day	Time		latitude	longitude	NDVI
[2019-11-22	15:31:29.539]	\$GPGGA	3706.98429	13816.26404	0.07
[2019-11-22	15:31:29.952]	\$GPGGA	3706.98424	13816.26408	0.07
[2019-11-22	15:31:30.559]	\$GPGGA	3706.98423	13816.26409	0.07
[2019-11-22	15:31:31.135]	\$GPGGA	3706.98422	13816.2641	0.07
[2019-11-22	15:31:31.548]	\$GPGGA	3706.98419	13816.26414	0.07
[2019-11-22	15:31:32.140]	\$GPGGA	3706.98407	13816.26424	0.07
[2019-11-22	15:31:32.732]	\$GPGGA	3706.98402	13816.26429	0.06
[2019-11-22	15:31:33.130]	\$GPGGA	3706.98396	13816.26434	0.05
[2019-11-22	15:31:33.752]	\$GPGGA	3706.98389	13816.26441	0.06

以上の手法で作成したCSVファイルは、例えば GISソフトなどを使ってNDVI値のマップを作成することができます。図3-2-12はフリーのGISソフト「QGIS」を利用して4月16日と5月8日に測定したNDVI値をマップ化したものです。マップ化することで生育状況を視覚的に捉えることが可能となります。

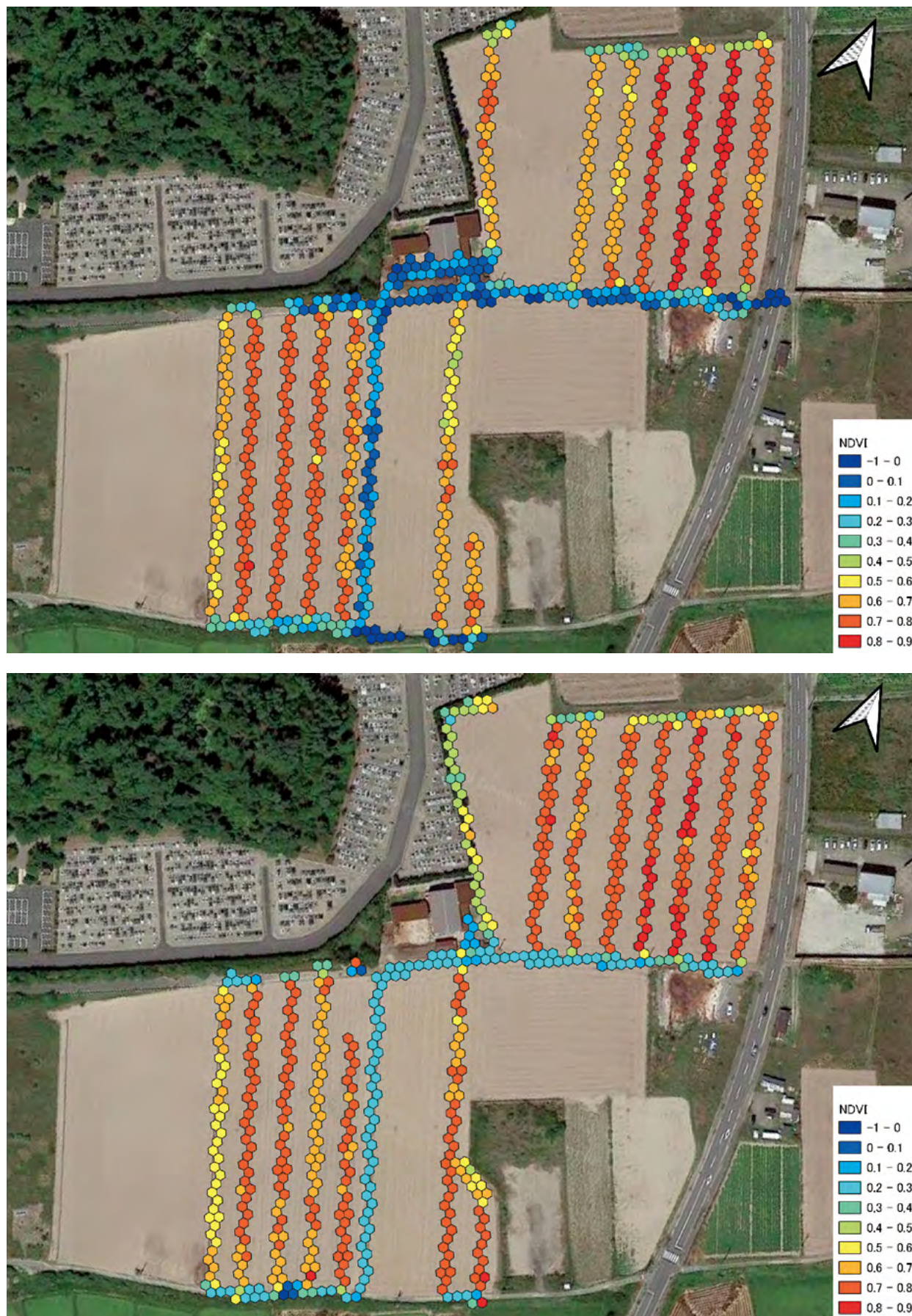


図3-2-12 GISによるNDVI値のマップ化（上：2019年4月16日、下：2019年5月8日）

3) 新品種「夏黄金」(読み方：なつこがね)

1. 概要

増収・品質改善のため「ゆきちから」の後継品種として育成された「夏黄金」の品種の特徴や砂丘畑地で栽培を行った結果について紹介します。

2. 技術のポイント

「夏黄金」を栽培するために知っておきたい育成情報、小麦の種類やその用途と品種の特徴について「ゆきちから」と比較をしています。さらに、新品種「夏黄金」導入に役立つ砂丘畑地における栽培上の特徴や注意点と新潟市における実証結果をまとめています。

3. 技術の内容

農研機構東北農業研究センター（岩手県盛岡市）において育成され、平成31年4月に「夏黄金」として品種登録されました。出穂期と成熟期は「ゆきちから」とほぼ同程度です。「ゆきちから」より草丈が低く、穂は褐色で芒がありません（図3-3-1）。

「夏黄金」は、強力粉になる硬質小麦です。「ゆきちから」に比べて、タンパク質の組成を改良することで製パン性が良くなり、さまざまな種類のパンを焼くのに適しています（図3-3-2）。また、穂発芽や赤かび病にも強くなり、栽培しやすくなりました。



図3-3-1 収穫期近くの夏黄金

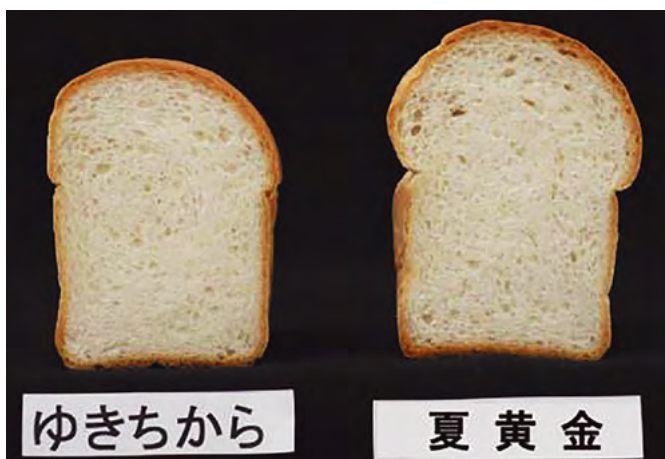


図3-3-2 ゆきちからと夏黄金で作った食パン
出典：強力小麦「夏黄金」の紹介リーフレット（東北農研）



図3-3-3 砂丘畑地で栽培した夏黄金とゆきちから
写真左側がゆきちから、右側が夏黄金

「夏黄金」を「ゆきちから」標準追肥体系(2-1)-②栽培暦参照で栽培しました(図3-3-3)。その結果、「夏黄金」は「ゆきちから」よりも出穂期、開花期ともに数日早い早生でした(表3-3-1)。また、収量、子実タンパク質含有率はゆきちからと同程度でした(表3-3-2)。

表3-3-1 ゆきちからと夏黄金の出穂日と成熟日

品種名	出穂日		成熟日	
	2018年	2019年	2018年	2019年
夏黄金	4月27日	4月30日	6月10日	6月11日
ゆきちから	4月29日	5月1日	6月12日	6月12日

表3-3-2 ゆきちからと夏黄金の収量、穂数、子実タンパク質含有率(たんぱく)

収穫年	品種	収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	たんぱく (%)
2018	夏黄金	540	433	11.0
	ゆきちから	481	381	11.1
2019	夏黄金	420	360	12.3
	ゆきちから	470	377	13.0

4. 注意点など

「夏黄金」は「ゆきちから」よりも赤かび病に強いですが、開花期頃の2回の赤かび病の防除が必要です(図3-3-4)。

「夏黄金」は「ゆきちから」よりも耐寒雪性がやや弱いです。そのため、積雪日数が100日以上地域では、融雪剤や雪害防除のための薬剤の使用が必要です。



図3-3-4 開花期の赤かび病防除の様子

4) 新品種「ゆきはるか」

1. 概要

パン用小麦栽培では灰分含有率が高くなってしまいが、小麦を栽培したい場合に利用できる菓子専用小麦品種「ゆきはるか」の特徴について紹介します。



図3-4-1 収穫期近くのゆきはるか

2. 技術のポイント

「ゆきはるか」を栽培するために知っておきたい育成情報、小麦の種類やその用途など、砂丘畑地での栽培上の特徴・結果、注意点です。

3. 技術の内容

農研機構東北農業研究センター（岩手県盛岡市）において育成され、平成26年5月に「ゆきはるか」として品種登録されました。「ゆきはるか」は軟質小麦で灰分が低く、スポンジケーキ適性が優れています。穂は白色で長い芒があります（図3-4-1）。

新潟県の砂丘畑地で栽培すると、「ゆきはるか」は「ゆきちから」よりも出穂日、成熟日が3～6日早い早生でした（表3-4-1）。「ゆきちから」よりも早く収穫できるので、収穫作業を分散させることができます。

表3-4-1 「ゆきちから」と「ゆきはるか」の出穂日と成熟日

品種名	出穂日		成熟日	
	2018年	2019年	2018年	2019年
ゆきちから	4月29日	5月1日	6月12日	6月12日
ゆきはるか	4月26日	4月25日	6月7日	6月8日

表3-4-2 「ゆきちから」と「ゆきはるか」の収量、穂数、子実タンパク質含有率（たんぱく）、灰分

収穫年	品種	収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	たんぱく (%)	灰分 (%)
2018	ゆきちから	481	381	11.1	1.36
	ゆきはるか	584	494	8.4	1.15
2019	ゆきちから	489	424	12.3	1.62
	ゆきはるか	415	402	7.4	1.34

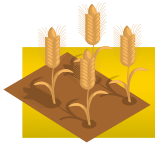
「ゆきちから」のみ開花期追肥を施用した。

同じほ場で栽培すると、「ゆきはるか」の灰分は「ゆきちから」に比べて低くなりました(表3-4-2)。「ゆきちから」を作付けすると灰分が高くなるほ場では「ゆきはるか」を作付けすることで灰分上昇を回避することができます。

4. 注意点など

菓子用にはタンパク質含有率が低く生地の力が弱い薄力小麦が適しています。「ゆきはるか」は菓子用の品種のため、タンパク質含有率を高めるための開花期追肥が不要です。開花期頃の赤かび病防除は「ゆきちから」同様に行ってください。

耐雪性が不十分なので、作付けは根雪期間80日以下の地帯とし、雪害発生の恐れのある地域では薬剤による雪腐病防除に努めてください。



4 実践編

① 実証試験地の概要

- 実証試験は、新潟県新潟市の日本海側に広がる新潟砂丘の畑地で行いました。砂丘畑では広範囲にかんがい設備が整えられ、すいか、加工用だいこん、長ねぎ等の野菜や葉たばこを中心とした営農が行われています。しかし、高齢化や担い手不足等の影響から、砂丘畑の大部分で廃作に転じています。
- このように砂丘畑で拡大する耕作放棄地を有効活用する手段の一つとして、国産小麦の需要の高まりから砂丘畑でのパン用小麦栽培が行われるようになりました。作付け地域は図4-1-1の通り、新潟市北区太夫浜～同市西蒲区越前浜まで分布しています。
- 表4-1-1に砂丘畑土壌の特徴を示しています。肥料成分などが流亡しやすい特徴から、水田転換畑などと比べてpHは低めで、塩基類が少ない傾向があります。



図4-1-1 砂丘畑小麦作付分布概略図

表4-1-1 各土壌の化学性の特徴

土壌条件	pH	塩基 mg/100g乾土		
		石灰	苦土	加里
砂丘畑	5.8	46.7	9.4	8.8
水田転換畑	6.3	432.0	88.6	24.8
普通畑	6.2	369.4	25.4	53.6

※砂丘畑は新潟市北区から西蒲区の小麦ほ場から、水田転換畑及び普通畑は新潟県農業総合研究所ほ場（長岡市）の小麦ほ場からそれぞれ2018年にサンプリングした土壌の平均値を示す。



小麦栽培に好適な土壌条件はpH：6.0～7.5、塩基類は土壌タイプによって異なりますが砂丘畑では石灰：110～130、苦土：20～25、加里：10～14となります。

② 3年間の気象状況

新潟市北区太夫浜での3作期の気象状況について、概要を述べます。越冬後の日射量、気温の推移を図4-2-1に、小麦の播種から収穫までの栽培期間中の降水量、土壌水分（水ポテンシヤル）、気温の推移を図4-2-2に示します。

降水量・土壌水分

一般的に、日本海側の秋冬期は降水量が多く積雪もあるため土壌乾燥は生じにくいですが、4月以降、梅雨入り前までは雨が少ない年も多いので、土壌水分不足になることも懸念されます。2016年秋播き、2017年秋播き、2018年秋播きの各作期においても、秋から翌年の4月にかけては、表層20cmの土壌の水ポテンシヤルは概ね-10kPa（約pF 2）以上で常に湿潤状況にありました。小麦が大きくなり蒸散量が多くなる5月以降は、無降雨が続くと土壌水分は急激に低下しました。2016年10月播種の収穫前にあたる2017年5月には、深さ20cmまでの土壌水分が-1000kPa（約pF 4）未満に低下する場面があり、植物に水ストレスがかかっていた可能性も推察されました。

気温・日射量

3作期における気温経過は、以下の通りです。①2016年10月播種は、ほぼ平年値に近い気温で推移しました。②2017年10月播種では、秋から冬にかけては気温が低く、積雪期間も長くなりましたが、3月下旬から4月始めにかけては気温は平年よりも高く、日射量も多くなりました。③2018年10月播種では、暖冬で積雪期間がほとんどなく、2月から3月にかけて気温が平年よりかなり高くなりました。5月中旬以降も気温は平年より高く推移しました。特に、5月の日射量は平年より著しく多くなりました。

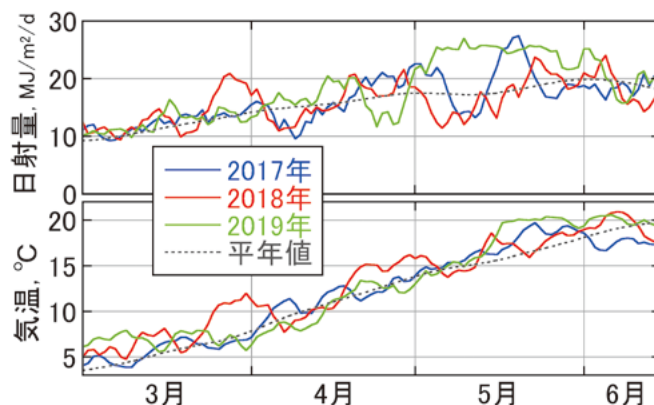


図4-2-1 越冬後の日射量と気温の推移（3カ年）
データは農研機構メッシュ農業気象データによる

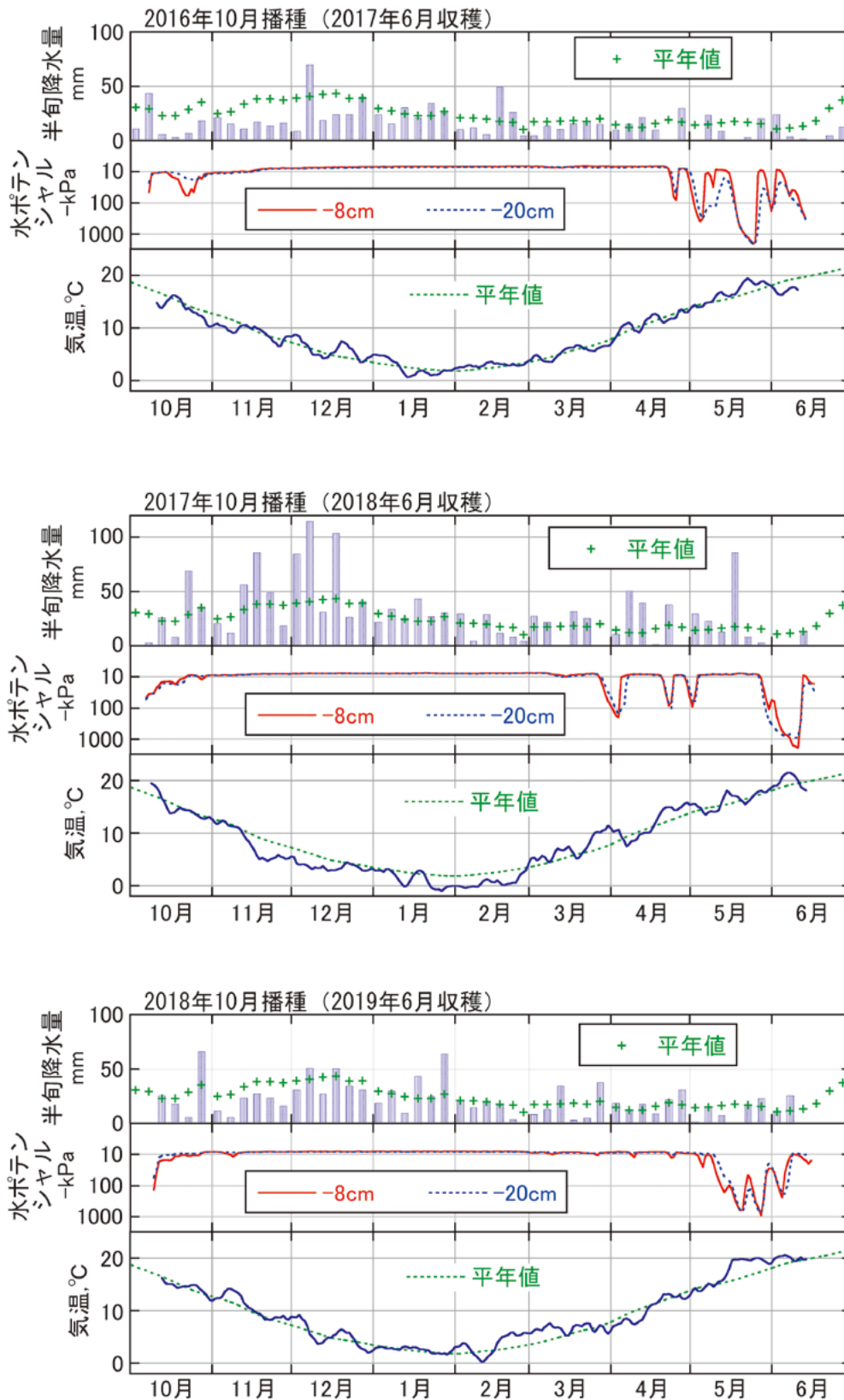


図4-2-2 小麦栽培期間中の降水量、土壌水分（水ポテンシャル）および気温の推移
 土壌水分は日平均値、気温は7日間移動平均値を表示。降水量と気温の平年値は、メッシュ農業気象データによる

③ 生育状況および管理作業について

実証ほ場における作業の様子を示します。生育の状況等は2-1)-②の栽培暦を参照してください。

2019年産の実証ほ場での省力追肥体系による管理作業は9回でした。11月と3月の除草剤散布は必須ではありませんが、現地ほ場では雑草が多かったため除草剤の散布を行いました。(表4-3-1)

表4-3-1 2019年産の実証ほ場での作業内容

年	月	日	作業内容
2018	10	9	播種+施肥
			除草剤散布
	11	6	除草剤散布
2019	2	26	越冬後追肥
		3	5
	4	16	止葉抽出期追肥
	5	1	赤かび病防除+葉面散布追肥
	8	赤かび病防除+葉面散布追肥	
6	17	収穫	

新潟市北区の現地ほ場では、液肥による省力追肥体系により追肥回数が従来の3/5に減少しました。

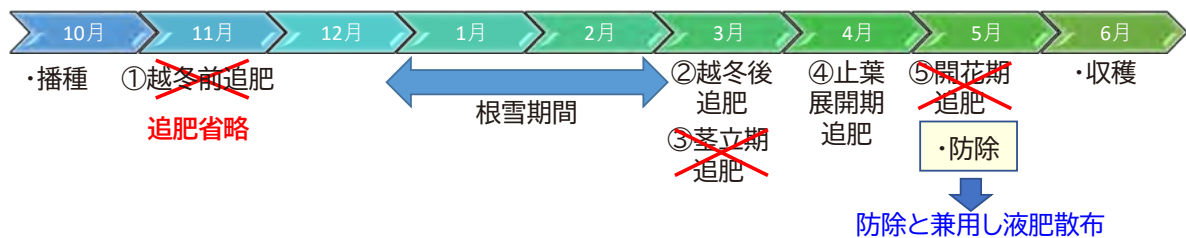


図4-3-1 省力追肥体系による小麦栽培管理

1) 栽培管理作業



図4-3-2 播種+施肥



図4-3-3 播種後除草剤散布



図4-3-4 越冬前除草剤散布



図4-3-5 越冬後追肥



図4-3-6 越冬後除草剤散布



図4-3-7 止葉抽出期追肥



図4-3-8 赤かび病防除+葉面散布追肥



図4-3-9 収穫

④ 灰分含有率について

- 図4-4-1のように、砂丘地は開花期の窒素追肥で灰分含有率が増加しますが、水田転換畑では開花期の窒素追肥で灰分含有率は増加しません。これは、砂丘地の可給態リン酸が水田転換畑よりも多いためです。

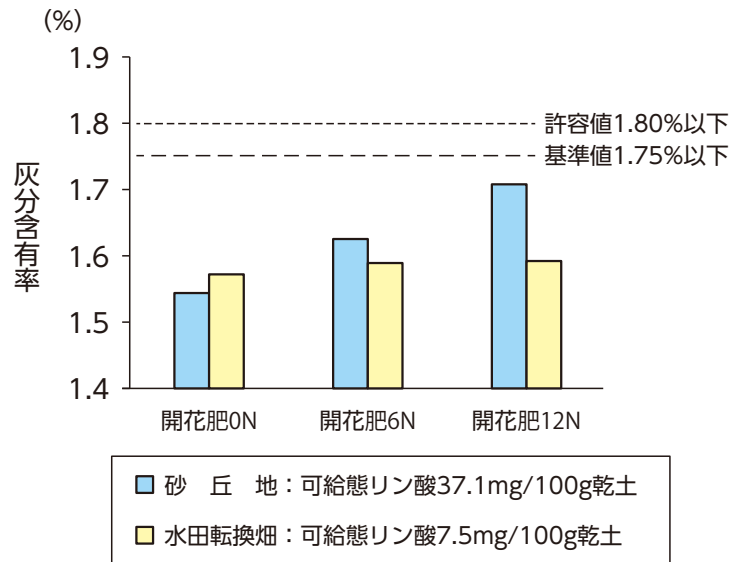


図4-4-1 開花期窒素追肥量と灰分含有率の関係と可給態リン酸と灰分含有率の関係 (2017、18年産の平均)

- 図4-4-2のように、タンパク質含有率の基準値下限を超えると灰分含有率が高くなる地点が多くなります。また、タンパク質含有率の基準値上限を超えると、灰分含有率が許容値上限を超えることがあります。

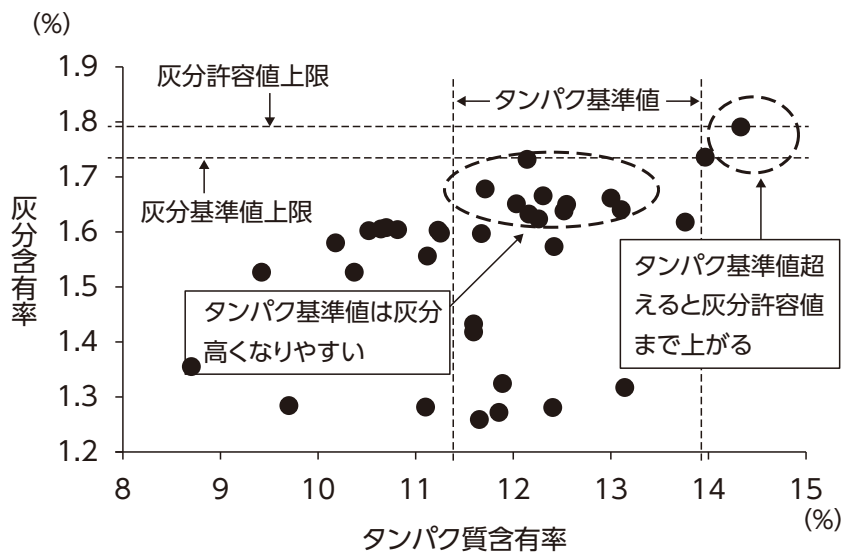


図4-4-2 タンパク質含有率と灰分含有率の関係 (2016年産～2019年産)

- 図4-4-3のように、同じ畑であっても年によって灰分含有率は大きく変動します。このため、前年の灰分含有率は低かった畑であっても、当年のタンパク質含有率が基準値を超えれば灰分含有率が基準値や許容値を越えることがあります。

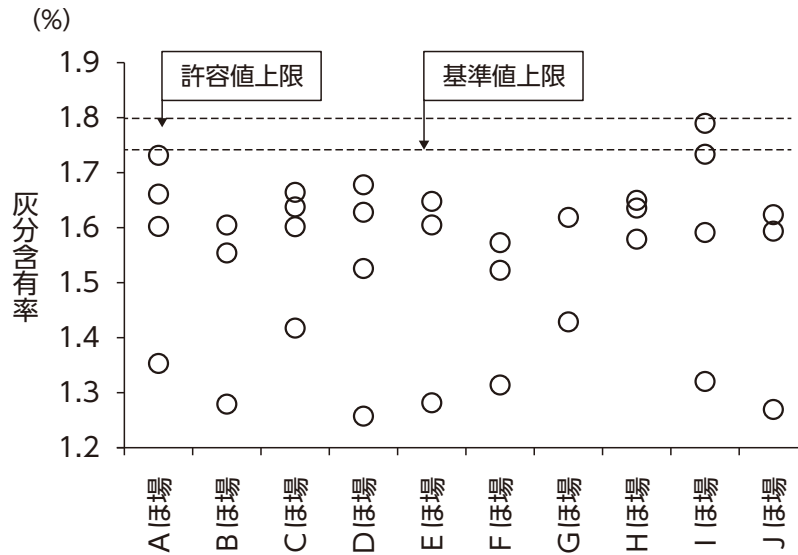


図4-4-3 ほ場ごとの灰分含有率の年次変動
(2016年産～2019年産)

⑤ 収量・品質について

1. 概要

砂丘畑地は水田転換畑よりもタンパク質含有率が求められる数値よりも低くなりやすいことから、パン用小麦のタンパク質含有率を向上させるためには追肥を多くする必要があるが灰分含有率が高くなる恐れがあります。生育診断により追肥量を決定する方法を現地で実証しました。

2. 技術のポイント

生育診断を行った2019年度の結果について示します。

3. 内容

ここでは、実証試験地である新潟市北区の砂丘畑地で行った結果です。

1) 実証試験開始前の収量・品質

事業開始前は、収量は300kg/10a前後、タンパク質含有率は2014年を除き12%を下回る状況でした（図4-5-1）。

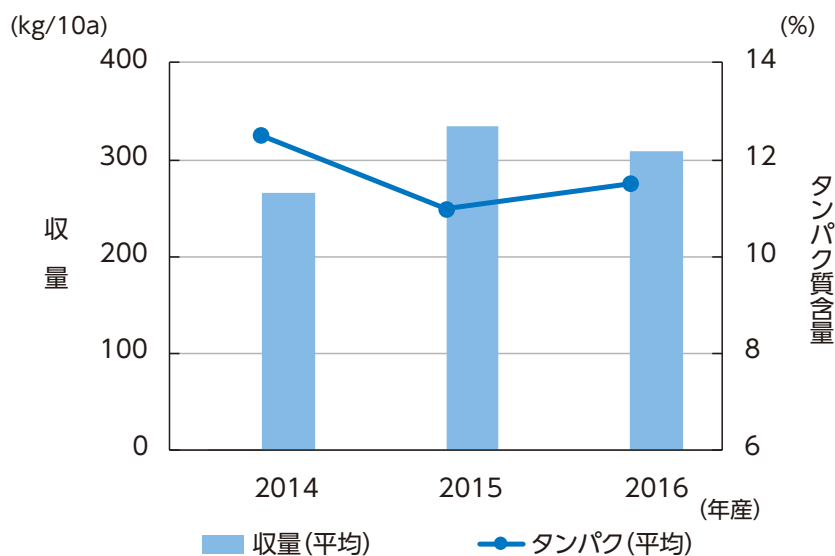


図4-5-1 2014～2016年の実証試験地の平均収量・品質

2) 実証試験地の結果

「2-1)-②砂丘畑地での栽培のポイント（栽培暦）」の省力栽培の方法に従い、基肥、追肥を行い、開花期追肥量を生育診断により決定し、実施しました。

表4-5-1には場ごとの結果を示します。6ほ場中、目標としていたタンパク質含有率12～14%、灰分含有率1.80以下であったほ場が5箇所となりました。Eほ場では灰分が基準値を超える値となり、Fほ場ではタンパク質含有率11.7%と目標値を若干下回りました。

本事業前と比較すると収量で1.1～1.3倍となり、タンパク質含有率は収量が向上したにもかかわらず平均12.7%となりました。

砂丘畑地のパン用小麦で品質が低迷している場合には、本事業で開発された、省力栽培や追肥時期や追肥量、生育診断を用いることで、タンパク質含有率の向上が期待されます。

表4-5-1 生育診断による追肥を行った実証試験地の収量・品質

	2019年産		
	収量*	タンパク質含有率**	灰分含有率**
A	445	12.6	1.64
B	380	12.4	1.57
C	305	13.8	1.62
D	311	12.5	1.64
E	422	12.9	1.85
F	299	11.7	1.6

*収量コンバインによる推定収量

**丸栄製粉株式会社による計測

⑥ 経営費・労働時間

1. 概要

国内産小麦は、民間流通により取引されています。新潟県における生産者の小麦販売価格は、平成30年産の契約価格1等37円/kg、2等31円/kgでした。契約価格は、外麦価格連動制により年2回単価の改定を行い、それに製粉業者の奨励金、直接支払交付金が加算されます。

新技術を導入することにより、小麦の粗収益は、10a当たり62,256円で、直接支払交付金が占める割合が大きく、経営費は10a当たり40,636円で、所得は21,774円と見込まれます。

2. 砂丘畑で小麦を生産するための経営費と所得

- トラクタ、コンバイン、防除機、乾燥機等の水稲作の農業機械を利用することで、コストの増加を最低限に抑えることができます。
- 新技術を導入することで追肥の回数を6回から4回に減らすことができます。
- 砂丘畑を利用するため支払地代は安く、小麦の生産拡大により耕作放棄地の減少にもつながります。

表4-6-1 小麦の10a当たり農業所得シミュレーション

	区 分	金額 (円)		備 考
		従来	新技術	
粗収益 A	小麦	7,866	15,276	@38×207kg、奨励金込 @38×402kg、奨励金込
	直接支払交付金	23,490	46,980	7,830円/60kg
	計	31,356	62,256	
経営費 B	種苗費	3,500	3,500	@500×7kg
	肥料費	6,446	6,446	配合肥料、硫酸、尿素（散布量同じ）
	農薬費	1,270	1,270	除草剤、殺菌剤
	動力光熱費	5,400	5,000	
	減価償却費	5,124	5,124	
	修繕費	1,716	1,716	
	租税公課	652	652	
	支払地代	10,000	10,000	砂丘畑
	雇用労賃	779	522	
	支払利息	18	18	
	出荷経費	1,872	3,744	@312×12袋
	雑費	1,254	2,490	売上×4%
計	38,031	40,636		
農業所得		△6,675	21,774	A-B

注1) 収量は新潟市北区太夫浜の実収値

注2) 販売単価は、2等の見込み価格

注3) 減価償却費、修繕費、雇用労賃は、水稲38ha+大豆12ha、小麦8haで従事する組織経営モデルで試算

3. 砂丘畑で小麦を生産するための労働時間

- 追肥と防除を同時に行うことで、労働時間を減らすことができます。
- 通常の小麦の5月上旬の開花期追肥・防除は水稻の田植え作業と重なりますが、新技術を導入することで臨時雇用を増やして対応する必要がありません。

表4-6-2 小麦の10a当たり労働時間

耕起	施肥 播種	除草剤	追肥	防除	刈取	乾燥 調製	清掃	計 (時間)
0.5 9月下	1.0 10月上	0.2 9月下						5.5
		0.2 11月上	0.2 11月上					
		0.2 3月中	0.2 3月上					
			0.2 3月中					
			0.4 5月上					
				0.4 5月上				
					1.0 6月下	1.0 6月下		
							0.4 7月上	

4. 水稲および大豆の農業機械を利用して新技術を導入した事例

- 水稲30ha、大豆21ha、園芸（さといも）3haの農業法人において、砂丘畑を利用した小麦部門を6ha増やすことにより、機械の利用効率を高め、秋から春の雇用を維持することにより総収益を1,786,000円増加させることができます。

表4-6-3 小麦を新規に導入した場合の所得増大効果（K法人2017～2018年：千円）

		既存の部門			小麦部門を増やした場合			
	区 分	水稲部門	大豆部門	園芸部門	水稲部門	大豆部門	園芸部門	小麦部門
粗収益 A	主産物販売	29,369	3,168	7,623	29,369	3,168	7,623	684
	直接販売	27,880	0	0	27,880	0	0	0
	その他	0	9,438	0	0	9,438	0	2,214
	計	57,249	12,606	7,623	57,249	12,606	7,623	2,898
	収益	77,478			80,376			
経営費 B	種苗費	463	517	2,100	463	517	2,100	105
	肥料費	2,500	1,201	896	2,500	1,201	896	193
	農薬費	1,775	1,261	110	1,775	1,261	110	38
	動力光熱費	1,187	361	162	1,187	361	162	162
	減価償却費	7,043	2,233	274	6,483	1,924	182	1,054
	修繕費	2,361	758	94	2,179	607	66	339
	租税公課	317	266	38	317	266	38	76
	支払地代	4,576	1,050	300	4,576	1,050	300	300
	雇用労賃	696	188	1,069	722	195	1,109	57
	支払利息	21	8	1	19	7	1	3
	出荷経費	285	252	300	285	252	300	84
	その他	5,102	2,011	12	5,102	1,851	100	25
	計	26,326	10,106	5,356	25,608	9,492	5,364	2,436
	経営費	41,788			42,900			
総所得	35,690			37,476				

参考資料

1. 「製パン適性が高く、早生で耐寒雪性が強い小麦新品種「ゆきちから」(農研機構東北農業研究センター、2002年成果情報 ホームページ)
<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2002/tohoku02-38.html>
2. 「夏黄金」(農研機構 品種詳細、ホームページ)
<https://www.naro.affrc.go.jp/collab/breed/0100/0108/075869.html>
3. 「ゆきはるか」(農研機構 品種詳細、ホームページ)
<http://www.naro.affrc.go.jp/collab/breed/0100/0108/001682.html>
4. 東北に適したパン用小麦「ゆきちから」(農研機構2003年度研究成果ダイジェスト、2004年4月)
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/tohoku14d_02-2.pdf
5. 経営所得安定対策実施要綱(農林水産省)
https://www.maff.go.jp/j/kobetu_ninaite/keiei/attach/pdf/youkou-55.pdf
6. 技術紹介パンフレット「麦類のかび毒汚染低減のための生産工程管理マニュアル改訂版」(農研機構刊、2016年3月)
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/077227.html
7. 小麦粉のおはなし 小麦・小麦粉の商品知識(一般財団法人 製粉振興会、ホームページ)
<http://www.seifun.or.jp/kisochishiki/syouchinchioshiki.html>

問い合わせ先

- 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター北陸研究拠点
TEL 025-526-4131 (代表)
〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1
- 新潟県農業総合研究所
TEL 0256-52-3238 (食品研究センター穀物食品科)
〒959-1381 新潟県加茂市新栄町2-25
TEL 0258-35-0836 (作物研究センター栽培科)
〒940-0826 新潟県長岡市長倉町857

日本海側砂丘地・気候における砂丘畑地パン用小麦の栽培技術マニュアル
執筆・編集者・研究担当者

農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター水田利用研究領域（50音順）

加藤 仁
渋谷 洋
島崎 由美
関 正裕
細野 達夫
山本 亮

新潟県農業総合研究所食品研究センター

西脇 俊和
野呂 涉
堀井 悠一郎
諸橋 敬子

新潟県農業総合研究所作物研究センター

川上 修
樋口 泰浩
藤田 与一
林 賢太郎
南雲 芳文

新潟県農業総合研究所農業革新支援センター

東 聡志
小淵 信雄
服部 誠（新潟県農業総合研究所作物研究センター）
牛腸 奈緒子（新潟県農業総合研究所）

マルエイファーム株式会社

大谷 勝男
松崎 正道

新潟県新潟農業普及指導センター

岩村 克之
山田 望
渡邊 輝彦

株式会社新潟クボタ

長谷川 義光
小野塚 純也
岡村 あおい
高田 沙希

丸榮製粉株式会社

佐藤 久栄

（ ）は元研究担当者の現所属

日本海側砂丘地・気候における 砂丘畑地パン用小麦の栽培技術マニュアル

2021年3月

編集・発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

