

農林水産省委託プロジェクト

「多収阻害要因の診断法および対策技術の開発」成果

診断に基づく 小麦・大麦の栽培改善技術 導入支援マニュアル

《総合版》



(国) 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業研究センター

2020年3月

はじめに ～このマニュアルのねらい～

日本の小麦の2014～18年の平均収量は406kg/10a（北海道：472kg/10a，都府県：317kg/10a），また大麦では287kg/10aとなっています。一方で，よく穫れると言われるほ場（水田転換畑/畑）では，北海道の小麦で800kg/10a以上，都府県で600kg/10a以上，また大麦でも500kg/10a以上の多収となる事例もめずらしくありません。言い換えると，ほ場条件と気象条件がそろえば，現在の小麦や大麦品種は高い収量を上げるだけの能力を有しています。気象条件を制御することは困難ですが，ほ場条件については，その問題点＝『多収阻害要因』を理解し，適切な対策技術を導入して改善することで，本来品種が持つ能力を最大限に発揮させて，収量を向上させることが期待できます。

この『診断に基づく小麦・大麦の栽培改善技術導入支援マニュアル』は，収量が上がりにくいほ場において，生産者の皆さんが，まずその多収性を阻んでいる要因が何かを診断・判定し，それを改善するためにどのような対策技術を導入すべきかの決定をサポートすることを目的として作成しました。

なお，この「総合版」には，マニュアルの理論的な背景となった調査データの解析結果などのやや専門的な記述も掲載しております。生産現場用には，これとは別に，マニュアルの本体部分をピックアップして印刷した「生産現場版」を冊子体で用意していますので，小麦・大麦の安定多収生産のためにぜひともご活用ください。冊子の入手方法は，普及指導センター等にお問い合わせください。



冊子体で提供している「生産現場版」の表紙



https://www.naro.affrc.go.jp/org/nar/crop_diagnosis/

さらに，大豆用のマニュアルと一体化した「診断に基づく栽培改善技術導入支援マニュアル」をWEB上で公開していて，パソコンの他，スマートフォンやタブレット端末からも利用できます。

麦についても，13の設問に答えるだけで，圃場ごとの低収要因を簡易診断する機能もついています。

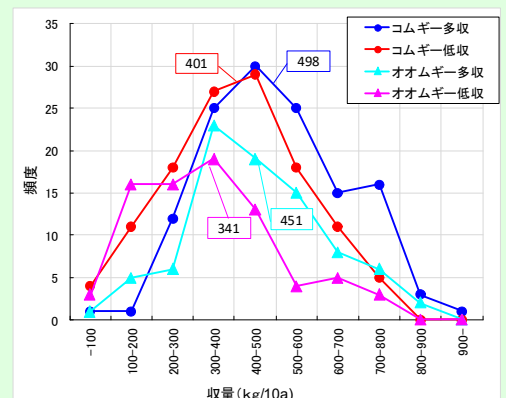


麦類の多収阻害要因実態調査について

このマニュアルの作成にあたって，まず3年間にわたって10道県の小麦・大麦作付ほ場のべ433筆を対象に，『麦類の多収阻害要因実態調査』を実施しました。調査は，同一生産者が栽培管理していて，比較的高い収量を得られるほ場を「多収ほ場」，収量が上がりにくいほ場を「低収ほ場」として，それぞれをペアにして実施しました。

調査結果から，小麦・大麦の主要な多収阻害要因として1)排水不良による湿害，2)土壌が硬く締まる圧密化，3)土壌の栄養状態の不備，4)雑草害が抽出されました。

そこで，この4要因を中心に，それぞれの低収ほ場で何が多収阻害要因となっているかを判定して，それに対してどのような対策技術を導入すべきかを整理したフローチャートによるマニュアルを作成しました。



実態調査圃場の収量の度数分布。

※ グラフ中の数字は各区の平均収量

このマニュアルの構成と使い方

1. 収量が上がらない小麦・大麦の生育や ほ場の様子の事例写真……P3～5

小麦・大麦があまり穫れないほ場でよく見られる代表的な状態の写真を生育時期の順に3～5ページに例示しています。皆さんのほ場の状態と見比べたり、前回麦を作付けしたときの様子を思い出してみ、気になる点があれば、それぞれに示されたページからマニュアルを読みはじめてください。

2. マニュアル本体部分……P6～22

6ページ以降のフローチャートでは、チェックポイントや具体的な診断方法が示されていて、それぞれの設問に回答することで、何がそのほ場の問題点になっているかを判定し、その改善のためにどのような対策技術を導入すると良いかを示しています。

フローチャートは、Ⅰ. ほ場の排水性、Ⅱ. 土の硬さや締まり具合、Ⅲ. 土の栄養状況、Ⅳ. 雑草、Ⅴ. 病虫害の順に構成されています。気になるところから始めてもらってかまいません。ただ、多収を阻害している要因には、1の事例写真から類推できるもの以外にも、一見して分からないものもありますから、一度フローチャートに沿って、なにがそのほ場の「多収阻害要因」になっているかを診断・判定し、その上で適切な対策技術を取り入れましょう。

具体的な対策技術についてはフローチャート内にも示していますが、3の事例集にも示している他、有用な情報が得られる文献やWEBサイトを紹介しています。

また、それぞれの多収阻害要因について、全国的な発生実態や、なぜ収量の低下につながるのか等の解説記事も載せていますので、あわせて参考にして下さい。

3. 対策技術の事例集……P23～29

2のフローチャートの中で十分に説明できなかった具体的な対策技術とそれによる収量性の向上について、プロジェクトに参画した道県で開発・実証した成果の事例を紹介しています。

4. 参考資料……P30

各県で取りまとめたマニュアルや大豆用のマニュアルで麦にも活用できるものを紹介。

いつマニュアルを使って診断を行うか？

排水性、土壌の締まり具合、土壌の栄養状態、およびほとんどの雑草、病虫害対策は、播種前～播種時に実施するか、準備をしておく必要があります。したがって、このマニュアルを使った診断は、前作物の収穫後、麦の耕起前に行う必要があります。または、麦の作付中に実施して、次に麦を作付けするとき役に立ってることが基本になります。

Q2の表面滞水は、前作が水稲の場合、稲刈り後では特に溜まりやすい状態になっているので、一度起こしたあとか、麦の播種後から圃場面が確認しやすい茎立期頃までに診断します。

Q3,5,7,9の水位に関する項目については、「地下水位」が季節によって変動するので、比較的水位が高い秋雨期間、菜種梅雨期、水田入水後、また積雪地では融雪期などに診断するのが良いでしょう。

Q10の土の締まり具合、および**Q11の土壌の栄養状態**については、麦の作付け前に診断するのが適切ですが、土壌を依頼分析に出す場合は、結果が届くまで2～3ヶ月くらいかかることがあるので、麦収穫後に実施して、その結果を次の麦作に活用するのが良いでしょう。

Q12の雑草、および**Q13の病虫害**については、前回麦を作付けたときの発生状況に基づいての診断になりますが、茎葉処理除草剤やアブラムシ対策の殺虫剤などについては、その年の発生状況によって防除の必要性を判断します。また、病害については、例えば赤かび病は雨の多い年に多発する傾向があるなど、天候状況によって発生程度および防除回数が変わります。詳しくは各道県の防除指針や病虫害発生予察情報等を確認してください。

なお、いずれの場合も対策技術を実施した後、問題点が解決しているかについて、マニュアルに沿って再度検証することが望ましいです。

全ての項目について診断を行う必要があるか？

雑草や病虫害については、前回の作付けで問題がなかった場合は、必ずしも必要ではありません。しかし、土壌の硬さや栄養状態、また排水性不良については、その原因を外観からは判断できないことが多いので、一通りの診断を行うことをお勧めします。

収量が上がらない小麦・大麦の生育や ほ場の様子の事例写真

あなたの収量が上がらないほ場はどのタイプ？

その1 播種・出芽・苗立ち編

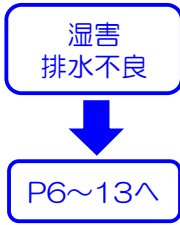
なかなか水が引かず播種作業が遅れてしまう
無理な耕起で繰り返になる



水が溜まって出芽揃いが悪い



土塊が大きくて出芽揃いが悪い



土壤の単粒化 → P14~15^

雑草害：土壤処理剤効果減 → P18~20^

ほ場は比較的乾いているにもかかわらず出芽揃いが悪い。

出芽不良の場所の周辺の葉色も薄く、生育も不良



島状に欠株が発生するが、周辺の生育は比較的良好



虫害（トビムシの食害） → P21^



播種機の調整不良
繰り出し、播種深
覆土不足
...除草剤の薬害

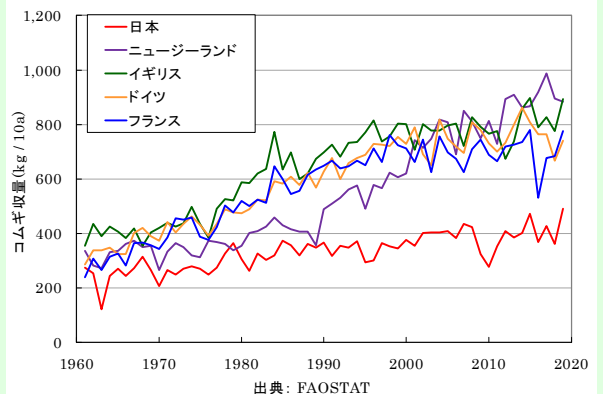
基本技術の再確認
P22^

コラム その1 世界的に見た小麦の収量水準

「はじめに」に日本の小麦の平均収量は406kg/10aと紹介しましたが、世界的に見ると、ヨーロッパ諸国やニュージーランドでは、近年700~900kg/10aと、日本の倍前後の多収になっています。ただし、1960年代には今ほどの収量差はありませんでした。

ヨーロッパ諸国などの多収の要因として、栽培期間が長いことや雨が比較的少ないなどの気象条件の違いがありますが、1970年代以降の収量の伸びの違いに、現在の収量差の秘密があるようです（P15のコラムその2に続く）。

ちなみに現在の小麦多収記録は、ニュージーランドのワトソン氏が2020年に達成した1740kg/10aです。



日本と多収国の小麦収量の変化

あなたの収量が上がらないほ場はどのタイプ？

その2 生育初期～茎伸長期編

水が溜まって生育が悪い



湿害
排水不良



P6~13^



比較的ほ場は乾いているが、生育初期から黄化が目立ち、生育量が少ない



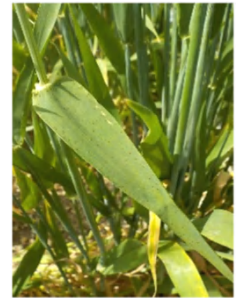
低pH
(酸性障害)



P16^

施肥播種機の調整不良で設定どおりの肥料が落ちていない可能性もあります

葉の色が筋状に抜けたり、褐色の斑点が発生する



マグネシウムやマンガンなどの欠乏・過剰などの土壌化学性の問題の可能性



P16^

生育初期は比較的生育が旺盛だったが春先頃から葉の黄化、下位葉の枯れ上がりが目立つ



湿害
排水不良



P6~13^

・ 湿害、排水不良



気象条件に起因する低収



P22^

・ 雨の多い年は流亡による窒素不足



・ 生育過剰による窒素不足(下葉の枯れ上がり) 早播きで暖冬になったときによく見られます。

生育中期に雑草の発生が多い



雑草害



P18~20^

排水不良



P6~13^

直接的には雑草害ですが、播種作業時に排水性が十分でなく、土壌処理除草剤が十分に効かなかったことも影響。

葉が縞状に褪せたり、こより状に枯れ上がる。不定形の白斑や筋状の褐斑が発生。



縞萎縮病



葉色が薄い



病害
縞萎縮病
雲形病
斑葉病



P21^

雲形病

あなたの収量が上がらないほ場はどのタイプ？

その3 出穂期～成熟期編

水はけが悪く、葉色の抜けが早い
枯れ熟れ症状が目立つ



湿害
排水不良

P6～13△

・登熟期に雨が少なく、ほ場が乾いていても、生育初期～中期に排水不良が続いていたなら、根の張りが悪くなっていて、登熟期に枯れ熟れ症状が出ます。

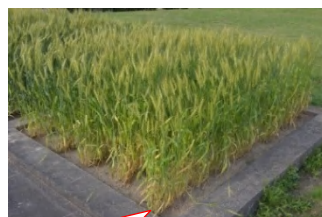
水はけは良いが、葉色の抜けが早い、
枯れ熟れ症状が目立つ



枯れ熟れ

土壌の圧密化
(根量不足)

P14～15△



地力が低い黄色土

地力が高い黒ボク土(比較)



地力不足(可給態窒素不足)

P16～17△

穂が小さい、穂首近くに不稔の小穂が多い



湿害・排水不良
(幼穂形成期～茎伸長期の栄養不良)

P6～13△

その他、様々な要因による窒素をはじめとする
幼穂形成～茎伸長期頃の栄養不足が影響

登熟期に雑草に覆われる



ネズミムギ



タデ類

雑草害

P18～20△

灰色やオレンジ色の斑点や筋状に褐変



うどんこ病



さび病



黒節病

病害

P21△

穂に出すくみ、障害がある



ホウ素欠乏

右は健全穂

ホウ素や銅など
微量元素欠乏

P16△



黒穂病



赤かび病

病害

P21△



凍霜害

気象条件に
起因する低収

P22△

倒伏が目立つ



その他の多収阻害要因

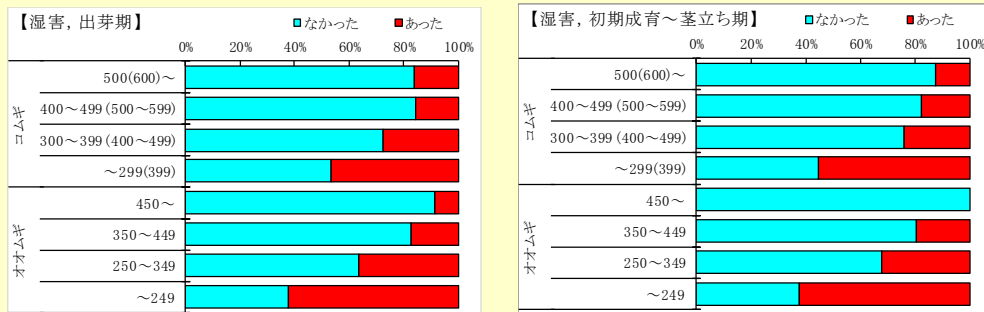
気象条件に起因する低収

P22△

I ほ場の排水性の問題についてチェックしてみましょう

『麦類の多収阻害要因実態調査』の結果で、麦類の収量性の良否ともっとも密接な関連が認められた要因は、**湿害≒排水性の不良**でした。湿害があったと考えられたほ場の割合は、収量水準が低くなるほど多くなり、もっとも収量水準が低いほ場群では、小麦の60%、大麦の84%で発生していました。また、収量水準の高いほ場群でも湿害が発生していることがあり、本来であればもっと多収となっていた可能性があります。

湿害は、全生育期間を通じて発生しますが、出芽期の影響がもっとも顕著でした。これには、冠水による発芽障害などの直接的な影響に加えて、播種精度や土壌処理除草剤の効果の低下なども関係していると考えられます。いずれにせよ、麦類の安定多収生産のためには、播種作業前からの十分な排水対策が重要です。

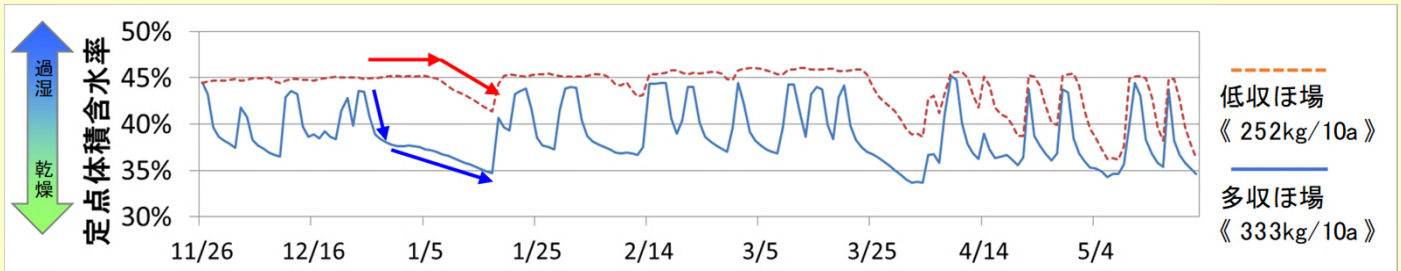


生育時期別および収量レベル別の湿害の発生程度。 ※ () 内は北海道の分級値 【麦類の多収阻害要因実態調査結果より】

排水性に問題のあるほ場では、土壌中の含水率が高く、空気が少ない状態が長く続く

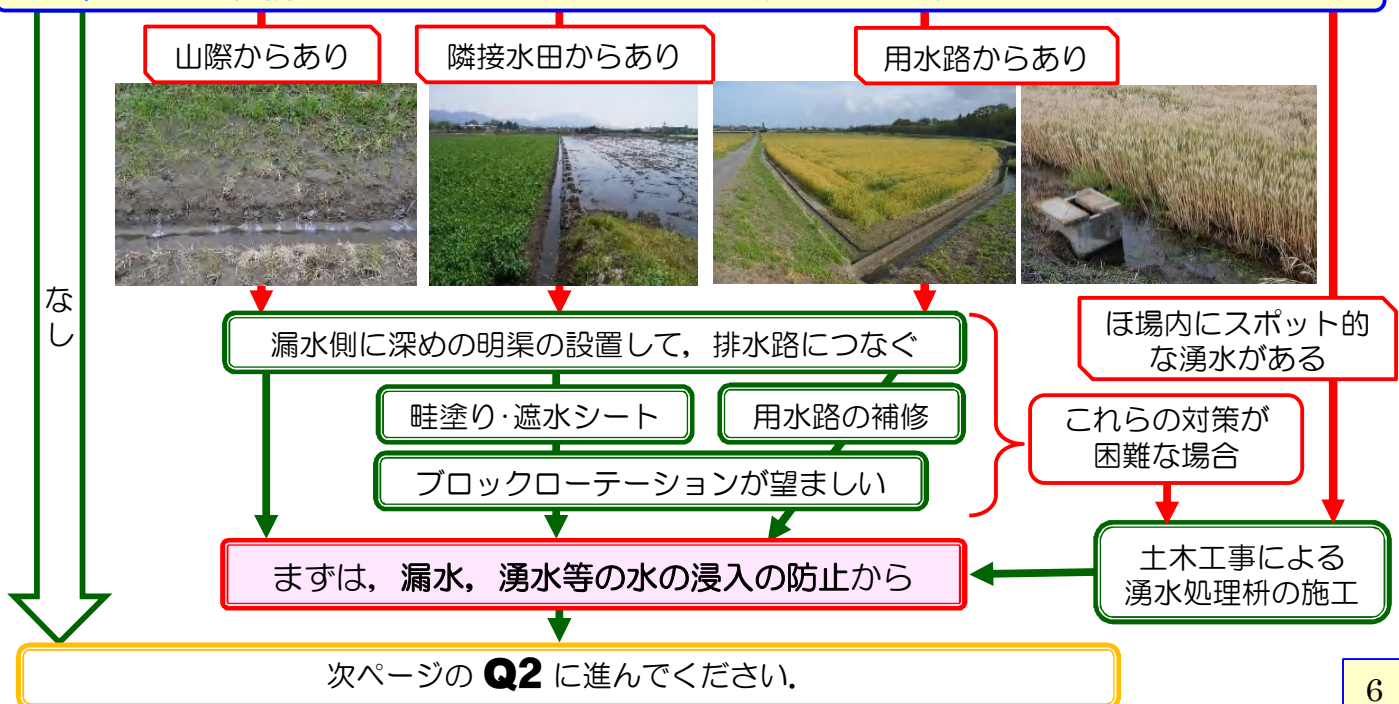
ほ場の湿り具合の変化を下の図に示しました。一定量以上の雨が降ると、水はけが良い多収ほ場でも湿った状態になります。ただし、多収ほ場（青線）では雨が止んだあと速やかに土壌水分が下がるのに対して、低収ほ場（赤点線）では飽和状態（土壌中に空気がほとんどない状態）が一定期間続いたあとやっと下がり始めます。

ですから数日おきに雨が降ると、ずっと土壌水分の高い状態が続くことになります。繰り返しになりますが、湿害による減収を回避させるためには過剰な水を速やかにほ場外に排出するための対策が必要です。



多収ほ場と低収ほ場の土壌体積含水率の変化。 【《 》内は収量、滋賀県実態調査結果より】

Q1. 山際、隣接の水田や用水路からの漏水・湧水はありますか？



Q2. 雨が降って1~2日後に、ほ場面に水たまりはありますか？

はい

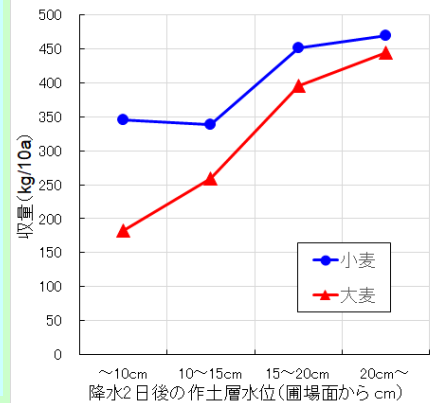
いいえ



Q3. ほ場表面に水たまりがなくても、作土層に水が溜まっていることがあります。

『作土層水位測定穴』を掘って、雨が1日で30mmくらい以上降ったあとの水の溜まり方を確認してみましょう。

- 穴の深さは15~20cmくらい（耕深より1~2cm深く）。
- スコップでも掘ることができますが、市販の穴掘り器や専用のオーガーがあると、設問5の50~60cmくらいの深さの穴も容易に掘ることができます。
- 市販の穴掘り器の場合、水位が低い場合でも水面が確認しやすい直径5cm以上の穴が掘れるものが良い（左写真のようならせん型の穴掘り器は、ネット通販でなら5000円程度から入手できます）。
- 正確に水位を測る場合は、穴を開けた塩ビ管を挿入し、雨の流入を防ぐためカップ等でふたをしますが、滞水の有無の確認だけであれば、そのままでも十分です（穴を掘った場所が分かるよう、目印を置く）。
- ほ場内でも場所によってはばらつきがあるので、複数箇所（3箇所以上）で測定する方が確実です。



雨のあと2日間で20cmの作土層水位測定穴の滞水が解消しないと、小麦で500kg/10a、大麦で450kg/10aの目標収量の達成は難しい。

【麦類の多収阻害要因実態調査結果より】



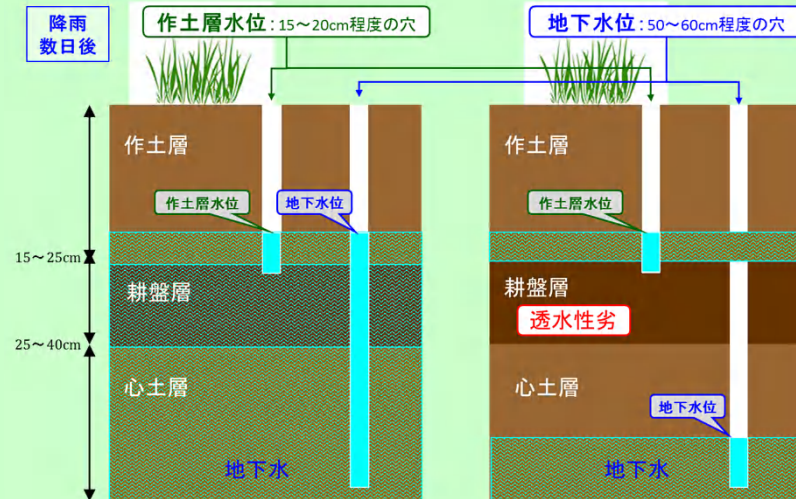
穴掘り用のオーガー



左：幅16cmのスコップで掘った穴
右：オーガーで掘った穴

麦の根の多くが張っている作土層の水はけが悪いと、養分吸収や生育が悪くなり、低収となるので、雨の後、速やかに作土層の水位が下がる＝作土層の滞水が解消するようなほ場作りが必要です。

☆ 作土層水位が高くなる原因には、そもそも地下水位が高い場合（左図）と耕盤層の透水性が悪い場合（右図）があるので、どちらが主な原因かを把握して、適切な対策技術を選択する必要があります。



半日~1日後くらいまでに滞水なし

ほ場の排水性は比較的良好です【湿害危険度：小】
排水性不良以外の多収阻害要因が疑われます。
14ページに進んでください

2~3日後までには滞水なし

排水性にやや問題があります【湿害危険度：中】

まずは、表面排水の向上を図りましょう。
次ページの**Q4**に進んでください

2~3日後でも滞水あり

排水性に問題があります【湿害危険度：大】

Q4. ほ場に額縁明渠（周囲明渠）は掘ってありますか？

はい

いいえ

念のため明渠を再チェックしてみます

① 明渠の深さは十分深いかな？

最低20cm、できれば30cm。耕深より深く。

② 明渠が排水口と確実につながっているか？
途中で水が溜まっていないか？

問題あり

排水口

逆勾配になっている



溝の掘りはじめが浅く、
逆勾配になっている



明渠と排水口がつながっていない
堰板が取り付けられたまま



崩れて明渠が埋まっている



③ 排水口が明渠の底より十分深い
位置にあるか？



排水口が
明渠より浅い

問題
なし

排水性がまだ十分
には改善しない

溝堀機には、右上写真の
オーガー式のもの他に、
ブラウ式もあります。



表面排水対策だけでは不十分なので、
下方への排水を促進する必要があります。
そのために、まず地下水位を確認して
みます。

次ページの **Q5** に進んでください。

排水性が改善

収量性がまだ十分に改善しない場合は、
排水性以外の問題がありそうです。
14ページに進んでください。

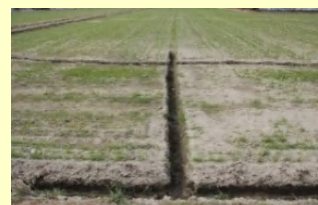
左のチェック項目を確認しながら
排水能力の高い額縁明渠
を掘りましょう。



① 逆勾配になりやすい場合は事前に
均平作業を行いましょう。
復田に支障がない範囲で、傾斜均平
を行うことも有効です。
また、排水側の明渠は特に丁寧に施
工しましょう。



② 新しい溝堀機ではバック作業でほ
場の角も掘り上げることができます。
それでも角が浅くなる場合は手作業
で掘り足しましょう。
また、下図のように枕地との境に明
渠を切ることも効果的です。



③ 水稻の落水用の排水口では深さが
不十分なので、明渠の底より深い位
置（ほ場面から30cm以上）に排水
口を掘り足しましょう。



転換畑用の排水口

④ 栽培期間中にも崩れないか点検
して、補修を行いましょう。

排水性が特に悪いほ場では、3～
10mくらいの間隔で、ほ場内に中
明渠を掘ることも有効です。

水稻あとの麦作付けの場合、明渠
の施工は、水稻収穫後なるべく早
い時期に実施すると効果が高い。

Q5. 地下水位をチェックしてみましょう。

耕盤より深く、50~60cmくらいの穴を掘ったときに、1日で30mmくらい以上の雨のあと2~3日経っても水位面が作土層近くに（地表下30~40cmより浅い）上がったままになっていますか？

いいえ

はい

耕盤層の透水性が悪いため作土層に滞水しやすくなっているようです。

滞水しやすく酸素不足で青っぽくなった層

耕盤層

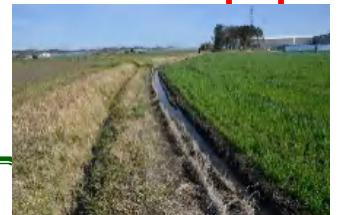
耕盤を破碎する対策または深耕が必要です。次のページに進んで下さい。



地下水位が高すぎるようです。地下水位を下げる対策が必要です。

Q6. 排水路の水面と田面との高低差が、麦作期間の平時（雨が止んで数日後）に50~60cm以上ありますか？

はい



本暗渠の施工が望ましいです

カットドレーンを用いた無材穿孔暗渠の施工



- ① 縦長の土塊の切断成形して持ち上げ
- ② 直下に空洞を成形
- ③ 下方に別の土塊を成形して横に移動
- ④ 暗渠を構築

左図・右写真のように上部が未攪乱の場所に渠孔（暗渠の穴）を掘るので、崩れにくい穴ができます。



左写真のように排水路側に集水枡を掘り、その枡と排水路を接続します。

https://www.naro.go.jp/project/research_activities/2019cutSeries20200324.pdf

P.24下 滋賀県成果へ

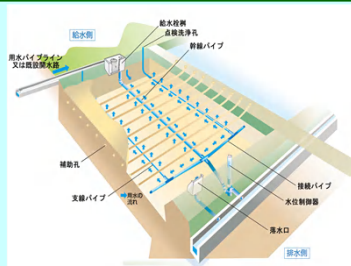
トラクター浅層暗渠施工器



生産者自身が所有するトラクターを用いて施工できます。

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/tractor_to_install_underdrain.pdf

フォアス（地下水位制御システム）の排水機能の活用



フォアスは、地下灌漑機能だけでなく、高い排水機能も有します。

<https://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/carc/contents/foeas/index.html>

暗渠施工が困難な場合

いいえ

すでに本暗渠があって、地下水位が十分下がらないときは、暗渠の栓が閉じられたままや暗渠管が詰まっている可能性があります。後者の場合は、洗浄が必要です。

Q7. 地下水位は50~60cmくらい以深まで下がりましたか？

いいえ

はい

相対的に地下水位を遠ざける**畦立て栽培**を取り入れましょう。12ページに進んで下さい。

Q3の「作土層水位」の設問に一度戻ってください

Q8. 下記の耕盤破碎や深耕に適さない条件に該当しませんか？

① 地下水位が耕盤層近くまで高い (地表下30~40cmより高い) .	地耐力の低下 排水促進効果低
② 耕盤層の直下の心土層が礫質・砂質で透水性が高すぎる.	復田後の漏水
③ 耕盤層の下が岩盤層	物理的に不可能

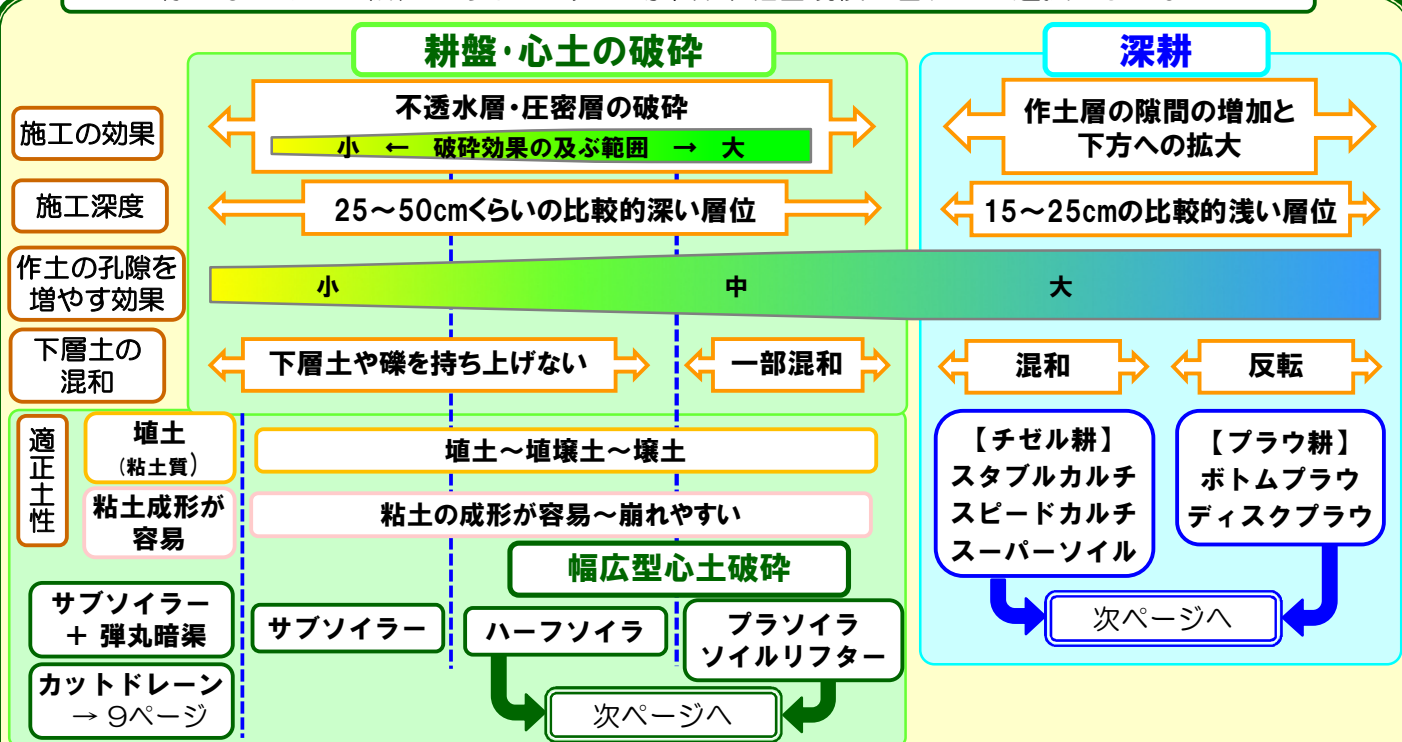
いずれかに該当

畦立て栽培
12ページへ

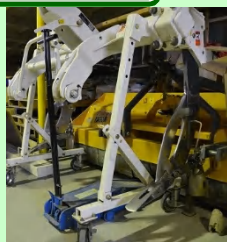
いずれにも該当しない

耕盤・心土の破碎または深耕を行います

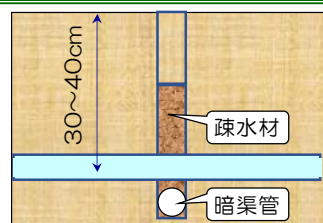
様々なタイプの機械があるので、ほ場条件や経営規模に合わせて選択しましょう



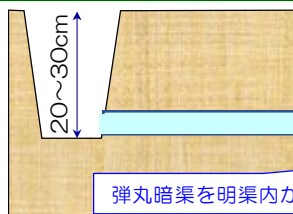
サブソイラー + 弾丸暗渠



➢ サブソイラー等で弾丸暗渠を施工するとき、本暗渠がある場合は、暗渠の疎水材と交差するように地表下30~40cmに施工します。



- 本暗渠がない場合は、十分に深く施工した明渠から弾丸暗渠を施工して、下方に浸透した水を明渠を経て排水口に逃がします(右図、写真)。
- ただし、施工深が浅いと崩れやすいので、可能であれば、ほ場末端に集水・排水柵を掘って、そこから弾丸暗渠を施工します(→P.9:カットドレーンの説明参照)。



弾丸暗渠を明渠内から施工

P.23 北海道, 石川県の成果へ



播種機にサブソイラーを装着し耕盤・心土を破碎しながら播種を行う方法も開発されています。

P.24上 福岡県の成果へ

サブソイラー



施工あとに滞水

粘土質土壌などで、サブソイラーなどで作った亀裂が閉塞しやすいときは

有材補助暗渠

次ページへ

耕盤・心土の破碎または深耕を行います(続き)

粘土質土壌などで、サブソイラーなどで作った亀裂が閉塞しやすいときは

有材補助暗渠

モミサブロー【初穀充填補助暗渠】



亀裂に初穀を投入することにより、排水機能を長く維持することができます。

カットソイラー



V字刃(左写真)で土塊を持ち上げてできた隙間に、わらなどの前作残渣を中写真のスクリーンで落とし込むことにより、排水機能を長く維持することができます。《大規模経営向け》

この他にトレンチャーを用いて初穀などの疎水材を投入して補助暗渠を施工する方法もあります。

幅広型心土破碎

ハーフソイラ



下層土を持ち上げることなく、サブソイラーより大きな亀裂を作ることができます。

ブラソイラ ソイルリフター



下層土をわずかに持ち上げながら、縦に大きな亀裂を作ります。

追従型のウイングを装着して、破碎効果を高めることができます。

下層土や礫の混和を避けたいときは

パラソイラー

30~40cmの深さまでの全面・全層を破碎しますが、下層土との混和は生じません。



カットブレーカー New



V字刃でV字ブロック成形と持ち上げにより土塊を破碎。70cm深までの全面・全層を下層土が混和することなく破碎でき、しかも礫が比較的多いほ場でも施工が可能です。

https://www.naro.go.jp/project/research_activities/2019cutSeries20200324.pdf (上記の「カットソイラー」についても)

【チゼル耕】 深耕 【ブラウ耕】

スタブルカルチ スピードカルチ スーパーソイル



ボトムブラウ ディスクブラウ



- プラウ耕, チゼル耕では、耕起後に表層を縦軸ハロー等で碎土・整地します。
- この結果、作土の下部は比較的荒い土塊で孔隙が大きくなるため、排水性・通気性が良好になります。
- ロータリ耕に比べて深く起こせるだけでなく、作業速度が速いため、適期播種のためにも有利です。
- 作物残渣や緑肥等の鋤込みも容易で、土作りの際にも効果を発揮します。

✓ ただし、鋤き床の下に耕盤層が残るため、まずサブソイラー等の耕盤破碎作業を実施した上で、深耕を組み合わせることが望ましいです。

✓ 下層土の養分含量が少ない場合は、土壤改良材の投入や増肥が必要になることがあります。

✓ チゼル耕, プラウ耕では耕深より深く明渠を施工します。

排水対策 P.25上：三重県成果へ

圧密化対策 P.25下：埼玉県成果へ

排水性が改善

排水性まだ不十分

収量性がまだ十分に改善しない場合は、14ページに進んでください

畦立て栽培：次ページへ

耕盤破碎や深耕を実施してもなお排水性に問題があるほ場

地下水位が高いが、暗渠施工が困難なほ場

下層土が礫質のため排水過多で耕盤破碎が困難なほ場

下層土に岩盤があり耕盤破碎が困難なほ場

畦立て栽培

◎ 圃場面の平均標高より播種位置を高めることで、播種後の降雨で種子が冠水することを回避し、出芽率、苗立ち率を向上させます。

◎ 相対的に地下水位を遠ざけることで、有効土層を広げ、根量、根の活性を向上させます。

冠水の影響は出芽期に特に大きいので、「畦立て播種」が効果的

畦立て播種 平畦播種（慣行）

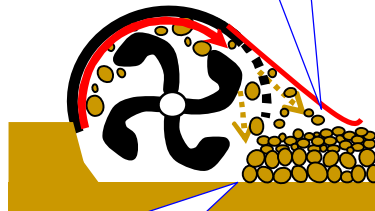


大部分は湿害で枯れ熟れ状態であるが、明渠掘削時の土では場面がわずかに高い明渠沿いのみ生育が良好

アップカッターロータリータイプ

耕うん同時畦立て播種機

小さい土塊はスクリーンを抜けて表層に落ちる → 作土表層は砕土率が高く、出芽が良好



大きな土塊はスクリーンに当たって下層に落ちる → 作土下層は孔隙が大きく、排水性が良好

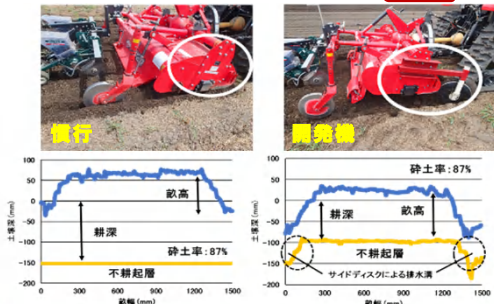
P.28上 茨城県成果へ

ただし、ダウンカッタータイプに比べて作業速度がやや低く、所要動力はやや大きくなります。

高速化 アップカッターロータリー 浅耕播種機

開発中

低動力化 小～中型トラクター (27～35ps) 用 逆転ロータリ



ダウンカッターロータリータイプ

小明渠浅耕播種機

(サイドディスク培土板として市販)



P.25上 三重県成果へ

各種の播種機への
サイドリッジャーの取り付け(両側/片側)



耕耘爪の内盛り配置による畦立て
小畦立て播種機の例



(岩手県 小畝立て播種栽培マニュアル)
http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/library/kounei/manual_all.pdf

畦間の小明渠を額縁明渠や中明渠につないで、水が溜まらないようにします。

Q9. 雨が1日で30mmくらい降って半日～1日程度で『作土層水位測定穴』の滞水がなくなるくらいまでに排水性が改善しましたか？

排水性改善

排水性まだ不十分

収量性がまだ十分に改善しない場合は、排水性以外の問題がある可能性があります。14ページに進んでください

麦類の栽培には不向きなほ場ですが、施肥法の見直しで収量性が向上する可能性があります。次のページに進んでください。

施肥法の見直しによる麦類の収量性の安定化

その1 排水性の改善が
不十分なほ場

排水不良により根の伸張や機能が低下して、窒素などの栄養分を十分に吸収できなくなることが、湿害によって小麦・大麦が減収する一因になっています。

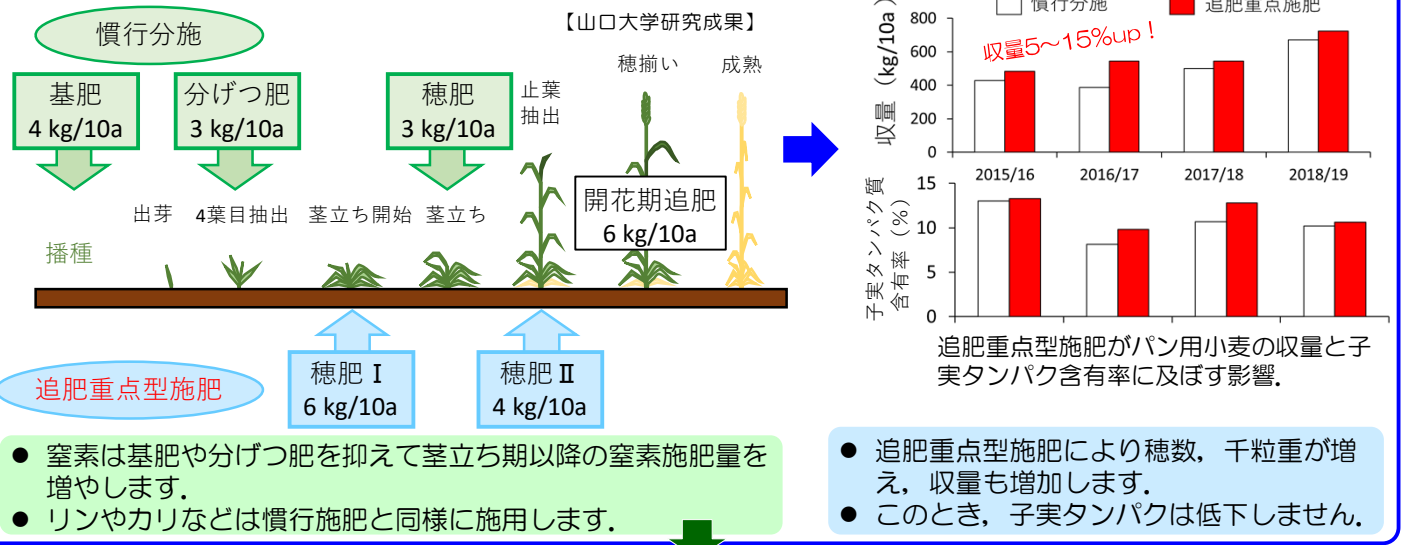
ですから、明渠施工、耕盤破碎、畦立て栽培などの排水対策を実施しても、まだ排水性が十分でなかったり、収量が改善してこない場合は、**穂肥施用前の生育診断に基づいて追肥量を増やす**ことで、収量性の改善が期待できます。生育診断方法や具体的な施肥量は、地域や品種で異なるため、各道県から提供されている施肥基準、栽培マニュアル等をご覧ください。

一方、**追肥重点型施肥**では麦の窒素吸収量が大きくなる茎立ち期以降の肥効を高めることができるため、排水性に問題があるほ場での小麦・大麦の収量性を向上させることが期待できます。

「追肥重点型施肥」の概要

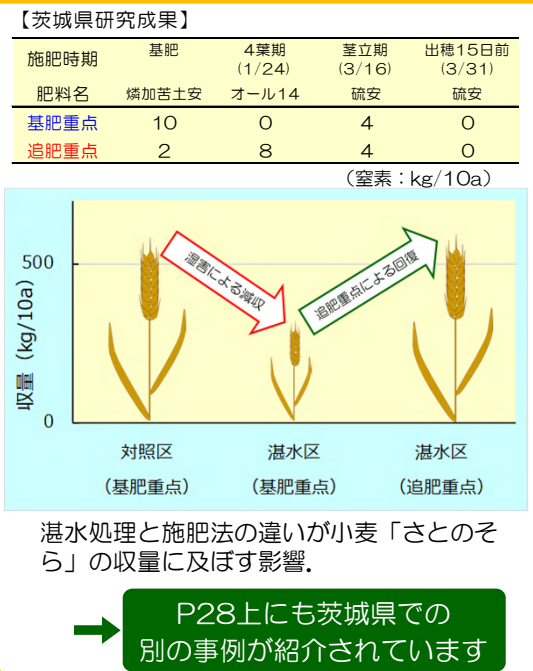
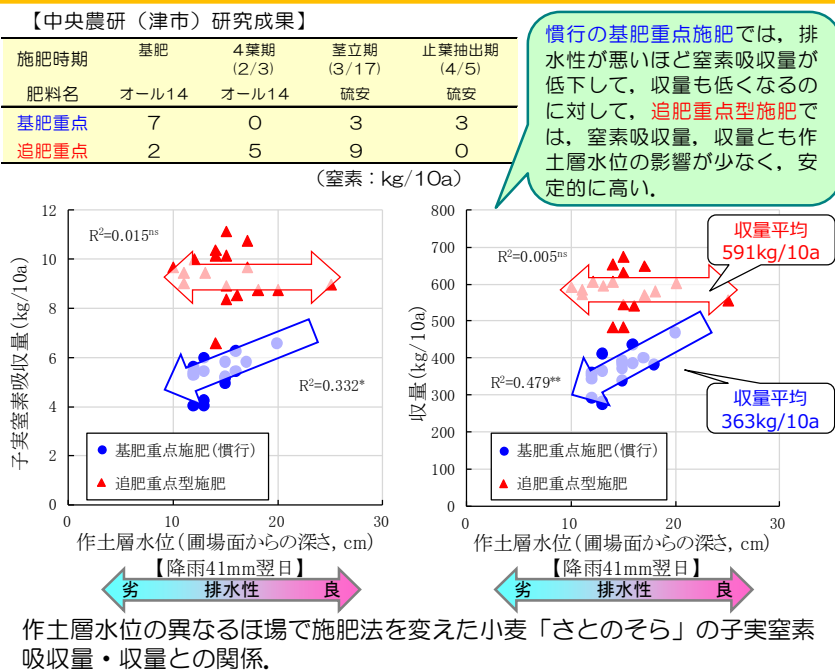
従来の小麦・大麦の施肥体系では、基肥や分けつ肥により穂数を確保するという考えが一般的でしたが、追肥重点型施肥では、より効果的に穂数を増加させる茎立ち期追肥（穂肥）を重視して施肥します。

山口県のパン用小麦品種「せとくらら」における適応例



- 窒素は基肥や分けつ肥を抑えて茎立ち期以降の窒素施肥量を増やします。
- リンやカリなどは慣行施肥と同様に施用します。

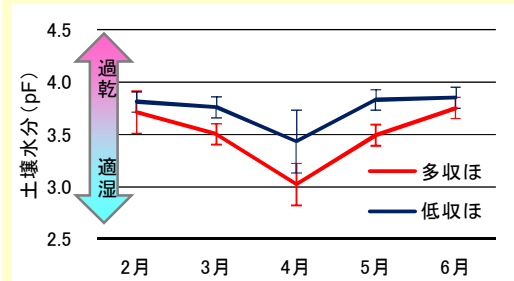
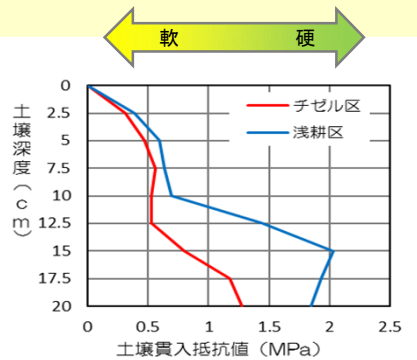
排水不良ほ場における追肥重点型施肥による収量性改善の事例



- ここで紹介した「追肥重点型施肥」の事例の他にも、各地で検証が行われています。**麦種、品種、地域で最適な施肥配分が異なる**ので、詳しくは普及指導センターや試験場にお問い合わせ下さい。
- ビール麦や硝子粒が問題となっている場合など高タンパクが望ましくないときは推奨されません。
- 成熟期がやや遅くなることがあります。

II 土の硬さと絞まり具合（圧密度）についてチェックしてみましょう

透水性の悪い耕盤層により「排水性」が低下して、湿害の原因となることがあることを紹介しましたが、雨が少なく湿害が問題にならない場合でも、耕盤層をはじめ土が硬く締まっていると、根が深い層にまで伸びなくなったり、下層からの水の供給が断たれることで作土が乾きすぎて、逆に干ばつの影響を受けることがあります。また、地力として供給される窒素などの養分も十分に吸収できなくなります。



多収ほ場と低収ほ場の土壌貫入硬度と土壌水分

【鎌田ら(2018) 土肥誌 89: 237-242/埼玉県の現地調査結果(n=25)から、エラーバーは標準誤差】

写真の麦ほ場では、根がロータリーで起こした10~12cmくらいより深い層にほとんど伸びていません。

低収ほ場では、多収ほ場に比べて硬い土の層が浅い位置にあり、また土壌が過度に乾燥しています。

一般に、根の伸長が妨げられる土の硬さは、専用測定器具の「プッシュコーン」や「山中式土壌硬度計」の値では21mm以上、「貫入硬度計」の値では1.5MPa（メガパスカル＝圧力の単位）以上が目安とされています。また、それぞれ25mm以上、2.5MPa以上になると根がほとんど入らないとされています。中央のグラフの青線は、写真のほ場の土の硬さを「貫入硬度計」で測ったときの値で、12.5cmより深い層の土の硬さが1.5MPa以上になっていることが分かります。

小麦・大麦の健全な生育、安定多収のためには、このような硬く締まった土層がないか、あったとしてもできるだけ深い位置になるようにする必要があります。

専用の器具がなくても、下に紹介した方法で根が伸びることを妨げるくらい硬い土の層があるかを判断できます。

ただし、黒ボクなど一部の土壌タイプのほ場では、逆に土が軟らかすぎて根が浮き上がったり、土が乾燥しすぎる場合があります。この場合は麦踏みにより表層の土を締めてやる必要があります。

専用の測定器具がない場合は、次のどちらかの方法で土の硬さ、締め具合を調べてみましょう。

※ ②の方法は手間が掛かるので、①の方法で複数箇所を調べて、問題がありそうな場所を掘ってみるのが良いでしょう。



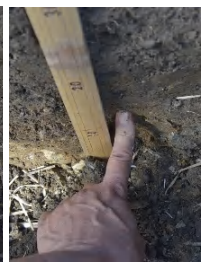
簡易型貫入土壌硬度計

① 直径5mm程度のファイバーポールや測量用の鉄ピンがどのくらいまで差し込めるか？



貫入硬度計の1.5MPa深さより、やや深くなる場合があります。

② 深さ30~40cm位の穴を掘ってみて、断面を指先で押し試みる



第1関節くらい

少しへこむ

傷が少し付く

麦の栽培期間中であれば、根がどこまで伸びているかもチェックしてみましょう。

	ファイバーポール/鉄ピン	指先で押し試みて	プッシュコーン	貫入硬度
A. 根が良く伸びる	片手で軽く入る	第1関節くらいまで入る	~21mm	~1.5MPa
B. 根の張りが悪くなる	両手で力を入めると入る	少しへこむ程度	21~25mm	1.5~2.5MPa
C. 根がほとんど入らない	両手でも入らない	痕が少し付く~付かない	25mm~	2.5MPa~

次ページの **Q10** に進んでください。

Q10. 『B.根の張りが悪くなる』または『C. 根がほとんど入らない』くらい硬く絞まった層が、表面から30~40cm以内にありますか？

20cmより浅い層で硬い

20cmより深い層で硬い

なし

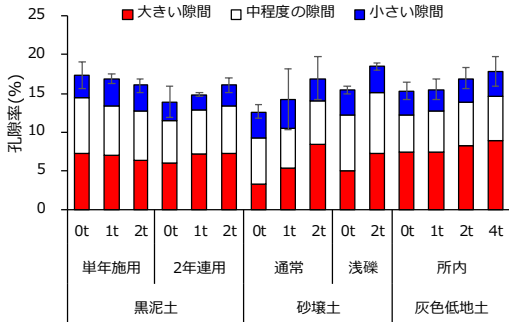
① チゼル・プラウによる深耕
P.25下 埼玉県成果へ

② サブソイラー・プラソイラ等による耕盤層・心土の破碎

P.10の Q8 の設問に戻って、耕盤層・心土層の破碎や深耕の対策に取り組んで下さい。

現在のところ、ほ場の土壌は軟らかい状態です。ただし、農機が大型化すると土の圧密化が進むこともあるので、左のような対策を行っていない場合は、今後注意が必要です。次のページに進んでください

③ 有機物の投入



堆肥(牛糞)の施用量が増えると、団粒構造が発達し、土壌の孔隙率(隙間)も増え、根が伸びやすい状態に変わります。また、砕土性の向上も期待できます。

土の圧密化対策のために投入する有機物は、植物質が多い方が効果的です。『有機資材データベース』も参照して下さい。
https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/crop_diagnosis/org_db/
また、作物残渣や緑肥の鋤込みも積極的に行いましょう。ただし、鋤き込んでから3~4週間程度の腐熟期間をおいてから播種を行います。

堆肥の施用量が土壌の孔隙率に及ぼす影響 【中央農研(つくば)研究成果より】

- 湿った状態での機械作業は、土壌の圧密化を助長するので、無理な作業を避けることはもちろんですが、その意味からも排水対策は重要です。
- ほ場整備後の土の戻し方や、傾斜地圃場の合筆(切り土側)が原因で、下層土が硬く締まっていることもあります。

コラム その2 ヨーロッパ諸国で小麦の収量が向上した要因

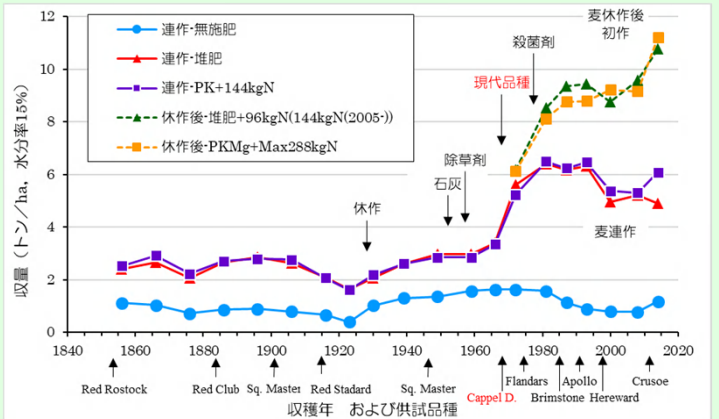
イギリスのローザムステッド研究所は、1843年に設立された世界で一番歴史ある農業研究機関の1つです。ここには、その創設以来約180年間にわたって続けられている小麦の栽培試験《The Classical Experiments》があり、小麦の収量変化の要因についての解析が行われているので紹介します。

グラフのとおり、試験開始から140年くらいは大きな収量変化はありませんでしたが、1970年代から急激に収量が増加していて、これはコラム1で示したイギリス全体の収量変化と一致しています。この収量増は、1968年にそれまでの長稈の在来品種に代わって、短稈の改良品種『Cappel D.』が導入されたことがきっかけになります。短稈品種は、体の大きさに対する穂の割合が大きいので、乾物生産量が同じであれば収量が大きくなります。また、倒伏にも強くなるため、窒素をたくさん施用することが可能になり、さらに収量が向上しました(最も施肥量が多い試験区ではN=288kg/ha(28.8 kg/10a))。また、イギリスでは連作を行うと立ち枯れ病が発生しやすいので、輪作を導入することで、大幅に収量が改善しました。一方、多肥栽培を行うと、うどんこ病などの病気が多発することがあるため、殺菌剤による適切な防除も行われるようになりました。

1990年頃以降、収量の伸びが停滞していましたが、新しい品種の導入の結果、近年また増加に転じています。

なお、1920年頃に一度収量が低下したのは、第一次世界大戦のあと除草をする職員が減って、雑草害が増大したことが原因です。

すなわち、麦の安定多収生産のためには、新品種の導入、その品種にあった適正な施肥、病害・雑草防除、および適正な輪作体系の導入が重要であることがわかります。

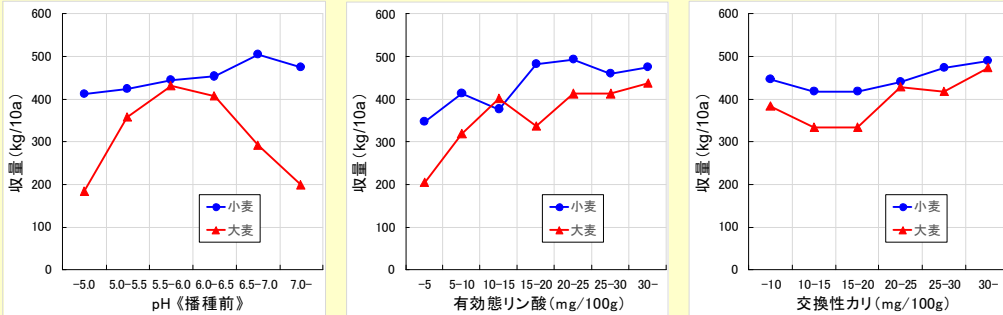


ローザムステッド研究所の長期試験における小麦収量の変化。

出典: Rothamsted Research (2017). Broadbalk mean long-term winter wheat grain yields. Electronic Rothamsted Archive. <https://doi.org/10.23637/KeyRefOABKields>

Ⅲ 土の栄養状態（化学性）についてチェックしてみましょう

『麦類の多収阻害要因実態調査』の結果からは、「ある養分が少なくなるほど低収になる」といった明確な関係は認められませんでした。これは、排水不良や土の圧密化等の土の化学性以外の要因の影響が大きかったからだと考えられます。ただし、下の図に示した例のように、pHでは5.5、有効態リン酸では10~15mg/100g、交換性カリでは15~20mg/100g等の一定の値より低くなると、多収にはなりにくいことが確認されました。

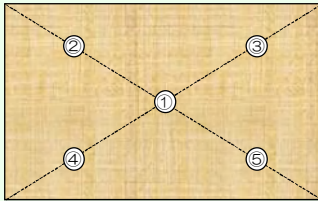


土壌のpH、有効態リン酸、交換性カリと収量との関係

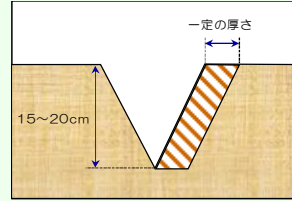
【麦類の多収阻害要因実態調査結果より】

土壌を掘り上げて、化学性（栄養状態）をチェックしてみましょう。

① 作物残渣と土壌表層を除いて、作土層（深さ15~20cm程度）の土を採取します。



左図のように1枚のほ場から5箇所ずつ（それ以上）掘り、よく混ぜます。生育ムラがある場合は、それぞれの場所で2~3箇所掘ります。



最初に表面のわら等と土壌表層を薄く除き、次にV字状に穴を掘り、片側の斜面と平行になるよう（深さごとの厚みが一定になるように）土を掘り上げます。

② 日陰で乾かしたあと、小石、根や枯れ葉を取り除いて、細かく砕きます（2mm目のふるいがあれば通します）。

③ 土壌分析を依頼してみましょう。

土壌分析の依頼先は、近くの普及指導センター等にお問い合わせください。

分析結果を見て、土壌化学性の各項目の値が基準値の下限以下、または上限以上になっていないかを確認しましょう。

麦類栽培ほ場の土壌化学性の改良目標基準値

pH（水抽出）	6.0~6.5 【大麦では小麦より高めとします】					
有効態リン酸（P ₂ O ₅ ）	黒ボク土以外 10~75 mg/100g		黒ボク土 10~100 mg/100g			
陽イオン交換容量（CEC）	黒ボク土、岩屑土、砂丘未熟土以外 12meq以上（ただし中粗粒質土壌では、8 meq以上）		黒ボク土 15 meq以上		岩屑土、砂丘未熟土 10 meq以上	
交換性塩基	CEC (meq)					
	《CECの値によって適正値が変わります》					
		8~10	10~15	15~20	20~25	25~
	カルシウム（CaO）	100~180	130~240	200~300	260~380	320~500
	マグネシウム（MgO）	20~40	25~45	40~60	50~75	60~100
カリウム（K ₂ O）	15~20	15~25	20~30	30~40	35~50	
CaO/MgO比	重量比：8.3以下（当量比：6以下）					
MgO/K ₂ O比	重量比：0.85以上（当量比：2以上）					
可給態窒素（N）	5 mg/100g以上					

※ 地力増進指針および各道県の土壌改良基準を参考に作表

※※ 都道府県によって基準値が異なる場合があるので、それぞれの普及指導センターに確認してください。

☆ 塩基は含有量も重要ですが、それぞれの塩基間のバランスがより重要です。
☆ 表に示していない微量元素の欠乏や過剰が問題になるケースもあります。

『pH』が一番重要な項目です。ご自身でも比較的簡単に測定することができます。pHメーターは、1万円程度から入手可能です。



乾燥させた土1に対して2.5倍量の蒸留水を入れて（土：10g→蒸留水：25mL）よく混ぜて、しばらく置く。測定前にもう一度混ぜて、懸濁状態のときにpHメーターで測定する。

『可給態窒素』の簡易判定法は17ページへ

Q11. 土壌の栄養状態、養分の過不足はありませんか？

問題なし

可給態窒素が不足

その他に問題あり

ほ場の土壌の栄養状態は良好です。18ページに進んでください

17ページに進んでください。

分析結果についてくる処方箋や都道府県から提供されている土壌改善手順に従って資材の投入量を増やしたり、減らしたりしましょう。

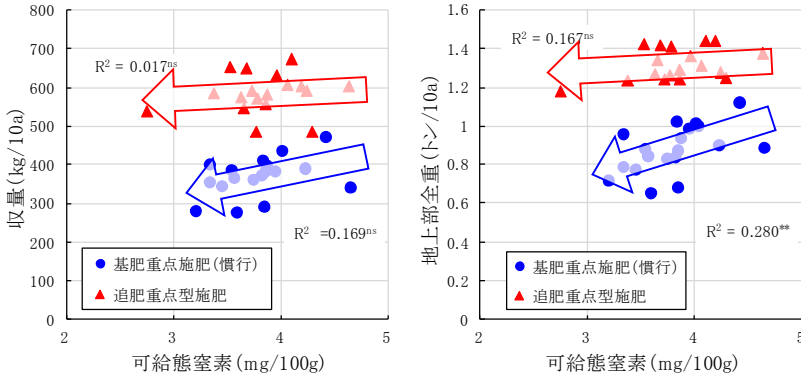
カリ不足について
P.26上 富山県成果へ

施肥法の見直しによる麦類の収量性の安定化

その2 可給態窒素の少ないほ場

可給態窒素が少ないほ場では、堆肥などの有機物の投入・緑肥栽培による土作りや過耕起にならないような適切な耕起体系の導入が重要ですが、これらは中長期的な対策になります。 **→ P.26下 香川県成果へ**

短期的には適宜増肥を行うことで収量性の向上が期待できますが、麦類では特に莖立期～登熟期の窒素吸収量が多く、この時期に窒素が不足すると減収につながるため、追肥での増肥が効果的です。

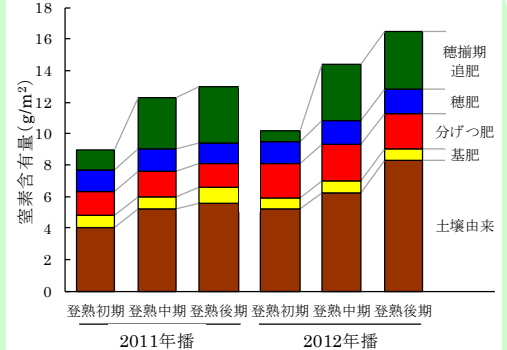


施肥法を変えたときの土壌の可給態窒素量と小麦の収量・地上部全重との関係。
【中央農研(津市)研究成果より】

土壌の可給態窒素が基準値の5mg/100gを下回る条件においては、可給態窒素量が少なくなるほど、慣行の基肥重点施肥では収量や地上部全重が少なくなるが、追肥重点型の施肥でもやや少なくなる傾向があるものの、比較的安定的に多収が得られる。

可給態窒素が少ないほ場では、莖立～登熟期の窒素吸収量不足を補うことができる『追肥重点型施肥』が有効です。

追肥前の生育診断と組み合わせるとさらに効果的



登熟期間中における施肥および地力に由来する小麦植物体中の窒素含有量の推移。

【石丸ら 2016 日作紀 85: 385-390/福岡県研究成果より】

小麦の総窒素吸収量に対して基肥の寄与は小さく、これに対して土壌由来の窒素が約半分を占める。

可給態窒素が少ないほ場では、窒素吸収量が不足して収量が上がりにくい。

→ P.27上 栃木県成果へ

生産者の方にも安価で簡単にできる 可給態窒素の分析法が開発されました!

畑土壌可給態窒素の簡易・迅速評価法

http://www.naro.affrc.go.jp/narc/result_digest/files/snmanu.pdf

畑から土壌を採取

土壌(風乾土3g, あるいは生土4g)を容器に量り取る

80°Cのお湯を加える

80°Cで16時間保温する

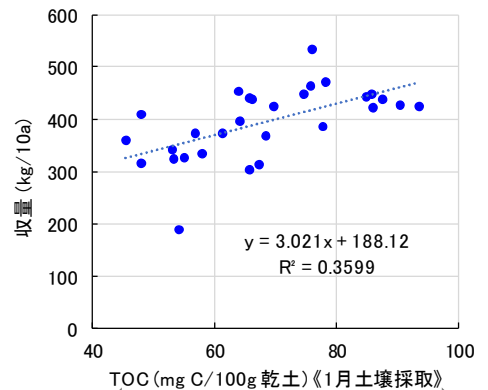
塩を加えて、攪拌・ろ過した溶液10mLを40mLの水で薄める

溶液のCOD(化学的酸素消費量)を市販の簡易測定キットを用いて色で判定

詳しくは・・・

80°Cに設定できる電気ポット

1検体あたり約145円!



土壌の80°C TOCと小麦の収量との関係。
TOC: 左の方法で得られた抽出液を専用の分析装置により全有機炭素量として定量
同一地域の29ほ場から1月に土壌を採取

【中央農研(つくば)研究成果より】

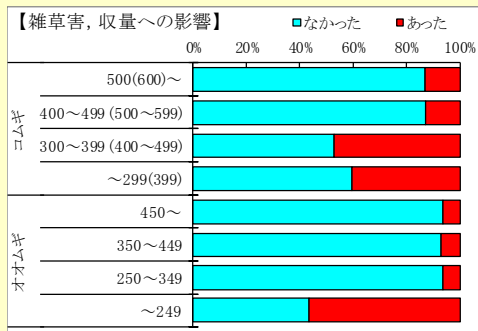
可給態窒素の指標であるTOC(全有機炭素量)が少なくなると、小麦の収量も少なくなる関係があります。

麦では水田転換畑土壌でもこの方法で可給態窒素量を推定することが可能です。

ほ場の可給態窒素量を把握して、土壌由来の窒素の不足が予想されるときは、『追肥重点型施肥』などにより生育後半を中心に窒素を与える。

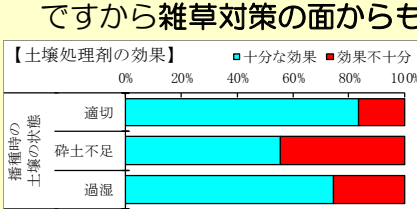
Ⅳ 麦を前回作付けしたときの雑草の発生状況と作付体系を確認しましょう

雑草害は麦類の収量レベルにかかわらず全国的に発生しています。収量レベルの低いほ場では雑草害が顕著で、主要な多収阻害要因となっています（左図）。



雑草害の収量への影響の有無
【麦類の多収阻害要因実態調査結果より】

また、播種時の土壌の状態は雑草防除効果に大きく影響します。土壌が湿りすぎ、砕土不足で土壌表面が不均一となると、除草剤の効果が低下しやすくなります（右図）。また、過湿で麦の苗立ちが不足すると、欠株部分に雑草が繁茂しやすくなります。



播種時の土壌の状態と土壌処理剤の効果との関係

麦類の生育期に散布できる除草剤の選択肢が少ないため、雑草が繁茂してから可能な対策はほとんどありません。したがって、麦成熟期に残っていた雑草の種類を確認し、それに応じた次作での予防的対策が基本です。

Q12. このほ場で麦を前回作付けしたときの雑草の状況は？

前々作よりも増えた／例年、雑草害がある

前々作と変わらず、雑草害もない

P18,19の写真を参考に問題となっている草種と作付体系（水田輪作または固定畑）などを確認して、それぞれの番号ごとに20ページに示された対策を行きましょう。

雑草については、問題はありません。これまでの栽培・雑草防除体系を継続してください。21ページに進んでください。

①



ナズナ

全国・水田+畑・秋生・種子



スズメノカタビラ

全国・水田+畑・秋生・種子

②

①



ノミノフスマ

全国・水田+畑・秋生・種子

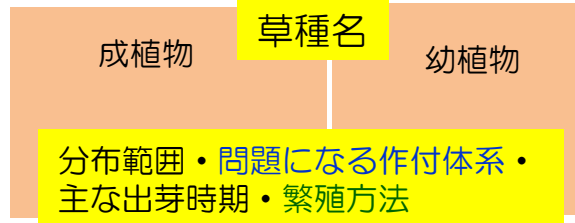


スズメノテッポウ

東北以南・水田・秋生・種子

②

<図の見方>



カズノコグサ

東海以西・水田・秋生・種子

②

一般的な、種子から出芽する秋生の雑草
→ ①または②へ

カラスノエンドウ



東北以南・畑・秋生・種子

ヤエムグラ



東北以南・畑・秋生・種子

出芽期間が長いため、土壌処理剤では防除が難しい広葉雑草→③へ

ネズミムギ



東北以南・畑・秋生・種子

カラスムギ



東北以南・畑・秋生・種子

既往の除草剤では防除が難しいイネ科雑草→④へ

タデ類



全国・水田+畑・春生・種子

シロザ



全国・水田+畑・春生・種子

春に出芽する広葉雑草→⑤へ

スギナ



全国・畑・春生・地下茎

コヌカグサ (レッドトップ)



北日本・畑・春生・地下茎

ヨモギ



全国・畑・春生・地下茎

地下茎で増殖し、春から萌芽する多年生雑草→⑥へ

全般的な事項: 麦の播種前, 周辺等の管理について

麦の播種前に生育している雑草は耕起あるいは非選択性茎葉処理除草剤を用いて完全に防除します。

雑草の侵入防止, 次作での発生源の予防のため, 畦畔際, 明渠部分の雑草防除は, 非選択性茎葉処理除草剤(畦間, ほ場周縁部に登録のある除草剤)で防除します。

① 一般的な秋生えの雑草

多発の主な要因: 土壌処理剤の効果不足

➔ 早めの排水対策で碎土率を向上させ, 土壌処理剤の効果を十分発揮させます。

* 土壌処理剤が失敗すると, 以降の手段で雑草を減らすことは難しい。

② 一般的な秋生えの雑草のうち, イネ科が多発する場合

多発の主な要因: 土壌処理剤の効果不足と高密度の雑草種子

➔ 早めの排水対策で碎土率を向上させ, 土壌処理剤の効果を十分発揮させるとともに, 種子を減らす総合的管理を行いましょう。

例) 除草剤抵抗性スズメノテッポウ ➔ P.29下 福岡県成果へ

* 3年以上同じ成分の除草剤を連用し, 特定の草種が目立ってきた場合は成分を見直す。

③ 土壌処理剤のみでは防除が難しい広葉雑草

多発の要因: 種子が大きく, 出芽期間が長いいため土壌処理剤のみでは効果不足

➔ 土壌処理剤+広葉雑草に効果のある生育期茎葉処理剤を散布します。

* 収穫前にカラスノエンドウが残草している場合は子実への混入防止のため手取をする。

④ 有効な除草剤が少ない難防除イネ科雑草

多発の要因: 畑条件での麦類の連作, 効果的な除草剤の不足

➔ 除草剤の体系処理を行います。必要に応じて作付体系の変更を検討。

ネズミムギ: 除草剤体系処理での対処 ➔ P.29上 静岡県成果へ

カラスムギ: 畑連作 ➔ 水田輪作への転換

夏期の深耕による種子の埋没

ジャガイモ等, 春期に耕起する作物への転換

⑤ 春に出芽する広葉雑草

多発の要因: ムギ類の出芽不良・播種遅れによる初期生育の不良

➔ 出芽率の向上させる各種の対策、および効果持続期間の長い茎葉兼土壌処理剤の生育期処理(チフェンスルフロンメチル剤)を行います。

⑥ 地下茎で増殖し, 春から萌芽・生育する多年生雑草

多発の要因: 畑条件での連作に伴う圃場内の地下茎のまん延

➔ 水田輪作への転換や収穫後の耕起回数を増やします。

非作付け期間やほ場周縁部に非選択性茎葉処理剤を散布します。

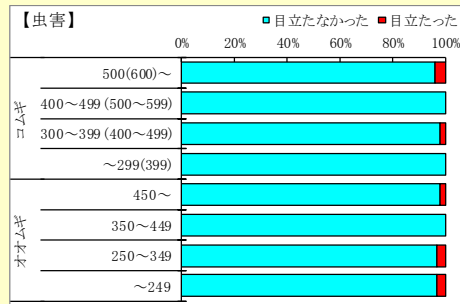
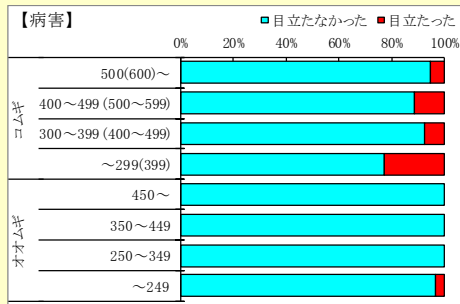
広葉雑草の場合は, 萌芽・初期生育期に選択性除草剤(MCP)を散布します。

①~⑥のどれにあてはまるか分からない。 ➔ 専門機関などに問い合わせてください。
複数草種が生えている。 ➔ 最も多い雑草に適した対策から始めてください。

V 麦を前回作付けしたときの病害や虫害の発生状況を思い出してみましょう

『麦類の多収阻害要因実態調査』で全国的に見た場合、麦類では病害や虫害は重要な多収阻害要因としては抽出されませんでした。病害については、新しい耐病性の品種が普及した効果が現れた結果と考えられます。また赤かび病の防除の徹底の結果、さび病やうどんこ病などの発生も抑制されたことも考えられます。

ただし、一部の地域で「黒節病」が報告され、また「縞萎縮病」が問題となっている地域もあります。このように地域や品種によっては病害の発生によって減収となっていることもあるので、引き続き注意が必要です。虫害では、ヤギシロトビムシによる出芽障害が報告されていますが、アブラムシの発生に合わせて防除を実施し、防除の効果が得られた結果、収量に影響しなかった事例もありました。



収量水準ごとの病害と虫害の発生状況
()内は北海道の収量水準
【麦類の多収阻害要因実態調査結果より】

Q13. 前回麦を作付けしたときに病害や虫害は目立っていましたか？

土壌伝染性病害
種子伝染性病害
空気伝染性病害
虫害

目立った

問題なし

病害やトビムシ類の被害への対策は、雑草害と同様に**予防的な措置**が基本です。地域の防除指針に沿って適切な防除を行いましょう。

次ページに進んでください

① 耐病性品種の導入



縞萎縮病に抵抗性の新品種「タマイズミR」 従来の縞萎縮病に弱い品種「タマイズミ」
 ▶小麦と大麦では感染する病原が異なることが多いので、麦種の置き換えも有効です。

② 適切な防除

- 種子伝染性の病害（黒節病、黒穂病、雲形病、斑葉病等）
 - ▶種子消毒……薬剤浸漬・粉衣処理、温湯処理
 - ▶種子の更新……発病ほ場での採種を避ける
- 空気伝染性の病害（赤かび病、さび病、うどんこ病、雪腐れ病等）
 - ▶適期の薬剤散布

③ 栽培管理の見直し

- 播種時期
 - ▶トビムシ類、斑葉病……早播きで発生少
 - ▶縞萎縮病、黒節病、条斑病……遅播きで発生少
- 施肥
 - ▶過剰な窒素施肥は、さび病やうどんこ病の発生を助長します。
- 被害発生株の適切な処理
 - ▶発生株を可能な限りほ場から持ち出します。
 - ▶プラウでの反転耕による鋤込みを行います。

『赤かび病』については「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」もご覧下さい。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/mugi_kabidoku_v2_man.pdf
 『黒節病』『黒穂病』については「黒節病などの種子伝染性病害に注意しましょう」もご覧下さい。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/carc_manual_kurofushi.pdf

Ⅵ ここまでの対策で収量性がまだ十分に改善しないとき・・・

1. その他の多収阻害要因：倒伏

- ここまでに紹介した湿害などの多収阻害要因は、出芽や生育を抑制することで、結果として収量が低下するというものです。これに対して倒伏は、生育量が大きくなることで発生するため、逆に生育を抑制するための対策が必要になります。
- まず、適正な播種時期、播種量、及び施肥量を守ることで、これに加えて、追肥前の生育診断により生育過剰が予測されるときは、適宜追肥量を減らします。
- この他の対策技術として、成長調節剤「エテホン」、「クロルメコート(北海道のみ登録)」、「プロヘキサジオンカルシウム塩」の散布があります。



2. ここまでに実施した対策の効果が十分でないとき

- 収量が上がらないことには、複数の多収阻害要因が関わっている場合も多いので、1つの問題が解決しても、別の要因が制限になることがあります。複数の対策技術を組み合わせた総合的な対策を検討して下さい。28ページの茨城県や愛媛県の事例も参考にしてみてください。
- 堆肥等有機物の施用による土壌の圧密化の改善（団粒形成）と化学性の改善（窒素肥沃度、保肥力、緩衝能の向上）、また雑草対策（土壌中の種子数の減少）などは十分な効果が得られるまで数年かかることがあるので、継続的な対策に取り組んでください。
- 排水対策で、特に地下水位（50～60cmの穴）が高いままの場合は、個別の対策では限界があるため、地域全体でのブロックローテーションの導入や基盤整備などの抜本的な対策が必要になります。
- ただ、様々な対策を講じても多収阻害要因を解決できず、低収のままとなるほ場では、その条件に合った麦以外の作目への転換を検討する必要もあります。

3. 基本技術の再確認

- 小麦、大麦、それに品種に応じて、各地域でそれぞれ適正な栽培法があります。播種適期、播種量、施肥時期、施肥量、雑草・病虫害の防除体系などを良く確認しましょう。また、播種機や施肥管理機が正しく調整されているかも確認してください。

4. 気象条件に起因する低収について

- 本マニュアルの目的は、収量性の低いほ場における多収阻害要因を判定し、導入すべき適切な対策技術を示して多収ほ場並みに収量を向上させることなので、気象条件に起因する減収については対応していません。
- 長期間にわたる小麦収量と気象要因との関係を解析した研究報告*では、小麦の減収と関わりの深い気象要因として、気温では、播種～生育初期、頂端小穂分化期および登熟期に高いこと、雨量では、播種～生育初期および登熟期に多いことなどが抽出されています。
- このうち播種～生育初期の多雨については、湿害の他にも適期からの播種遅れの原因になりますが、これに対しては、本マニュアルで紹介した各種の排水対策を徹底することでかなりの部分まで対応可能です。また、湿害や肥料の流亡による生育不足に対しては、生育診断に基づいた適切な追肥量制御（追肥重点型施肥も含む）によって、その影響を軽減することが可能です。
- 登熟期の高温に対しては直接的な対応策はありませんが、この時期の高温と同時に発生することが多い乾燥による水ストレスに対しては、出穂期までに健全な根を深い層までよく張らせておくことが重要であり、排水性、土壌の圧密化の改善、および適正な土壌の栄養状態を保つことが大切であることは言うまでもありません。
- 生育初期の高温は、莖立期頃までの生育を旺盛にします。ただそのまま通常の追肥を行うと、莖数が過剰となり、倒伏や凋落型の生育となって枯れ熟れによる登熟不良につながります。一方で減肥を行うと、大きくなった植物体が必要とする窒素が足りずに有効茎歩合や1穂粒数が減少します。また、生育ステージが進んで莖立ちが早まると、寒の戻りがあったときに凍霜害のリスクが高まります。生育過剰の抑制には麦踏みが一定の効果を示します。一方で、基肥を減らして追肥の割合を増やす「追肥重点型施肥」では、莖立期頃までに生育過剰になりにくい上、追肥量を増減できる幅が大きいため、生育初期の高温への対策に活用できる可能性があり、現在この点については検証中です。



- 以上のように、気象条件に起因する収量変動を小さくするためにも、基本技術の励行に加えて、本マニュアルで紹介した各種の対策技術を活用して、小麦や大麦の安定多収生産を目指しましょう。

* 箕田(2010) 日作紀79: 62-68, 箕田ら(2015) 日作紀84: 285-294, 西尾ら(2017) 日作紀86: 139-150

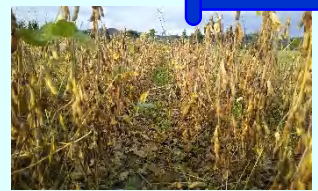
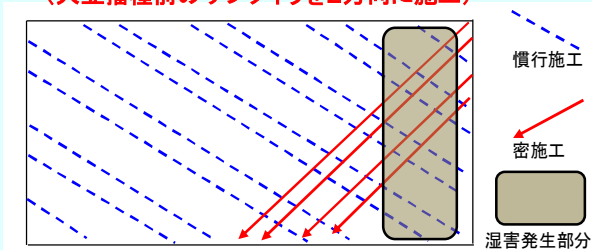
小麦の大豆畦間ばら播き栽培におけるサブソイラ密施工の効果

北海道

大豆畦間ばら播き栽培とは・・・

北海道の小麦播種は9月中～下旬と早く、前作が限られることから連作になりやすい。また、粘質な土壌が多い道央の転換畑ではこの時期の降雨により播種適期を逸することがある。これら为了避免のため、近年は生育中の大豆畦間に小麦を散播する栽培法が広がっている。そこで、後作小麦まで排水性改善効果を持続させ、生育・収量の向上を図ることを目的に、大豆播種前のサブソイラ施工を通常よりも密に行うことの効果を検証した。

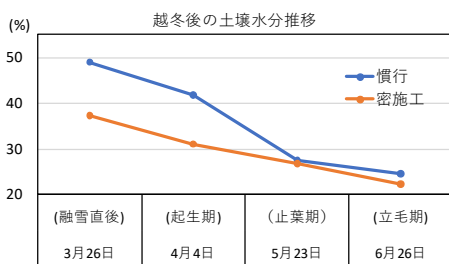
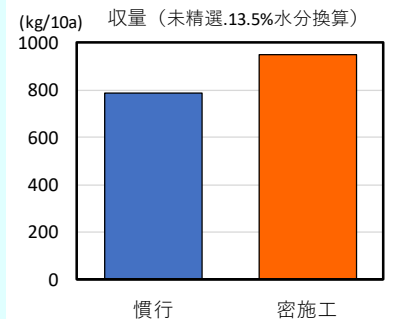
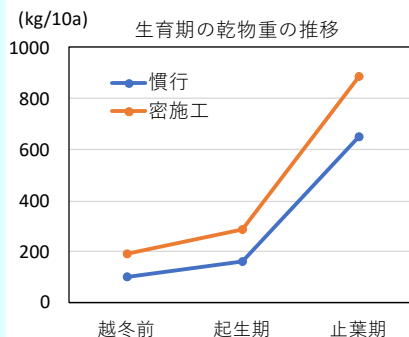
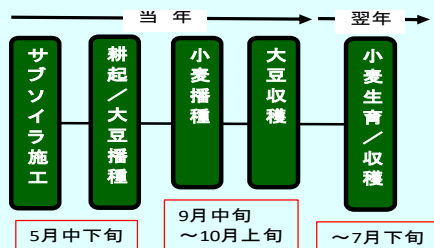
(大豆播種前のサブソイラを2方向に施工)



(大豆畦間からの出芽の様子)



(サブソイラと密施工後の様子)

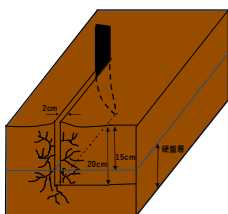


大豆播種前のサブソイラ密施工により、排水性の改善効果は翌春の融雪後まで持続した。後作小麦の初期生育は慣行区を上回り、成熟期まで生育差は持続したことから、**収量も慣行比で120%と明らかに上回った。**

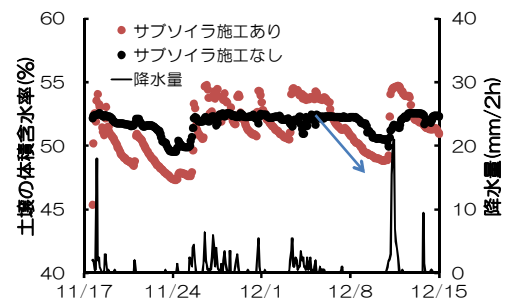
サブソイラによる大麦の湿害対策

石川県

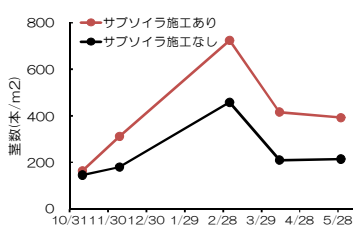
大麦作付前にサブソイラ施工による心土破碎を実施する。



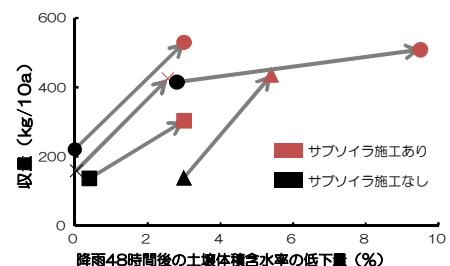
降雨後速やかに土壌体積含水率が低下するようになる。



生育期間中の莖数が多くなり、穂数が増加、雑草発生も抑制される。



サブソイラ施工により排水性と収量の向上が期待できる。



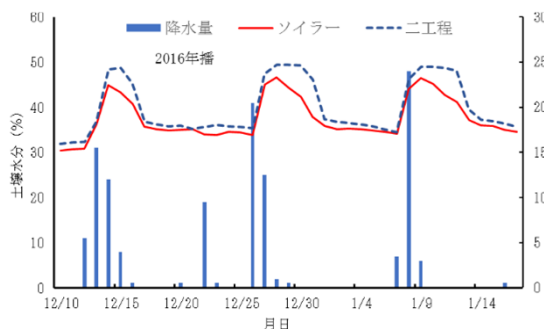
サブソイラ施工による土壌体積含水率の低下と増収効果【石川県2015～2016年現地調査結果(5事例)】

ソイラー同時施工播種による排水性改善—工程播種

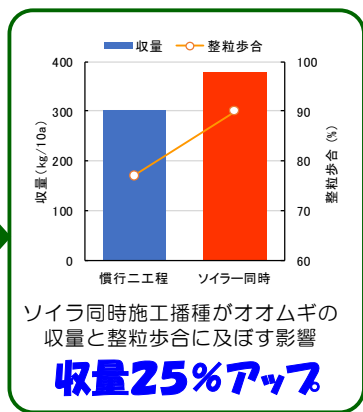
福岡県

慣行播種とソイラー同時施工播種の作業工程

慣行二工程播種：(非選択性除草剤, 心土破碎) → 耕起 → 耕起・播種 → 除草剤散布
 ソイラー同時施工播種：(非選択性除草剤) → ソイラー同時施工播種 → 除草剤散布



ソイラー



播種前…事前耕起をしないので、土壤表面が乾く。
 播種時…降雨後、比較的短期間で播種作業が実施可能。
 一工程であるため省力化。
 播種後…ソイラー施工の効果で、降雨後の土壤水分が速やかに低くなる。

カットドレンによる穿孔暗渠施工で地下水位が低くなり、収量が向上

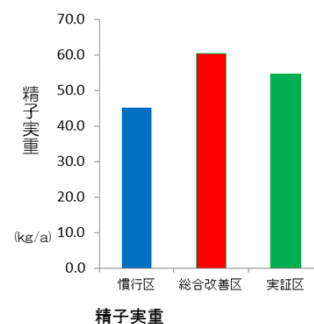
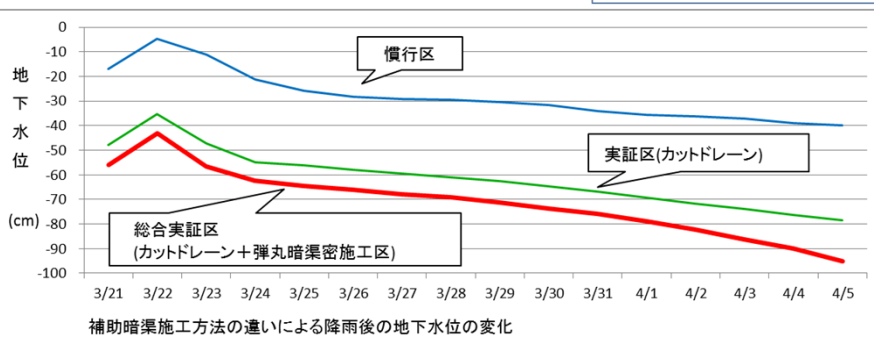
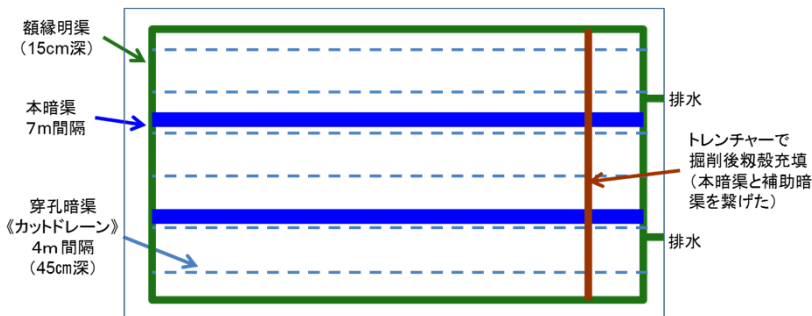
滋賀県

調査圃場概要

調査区	土壌分類	作土深 (cm)	本暗渠		カットドレン		心土破碎・補助暗渠			額縁明渠		内部明渠	
			深度 (cm)	施工間隔 (m)	深度 (cm)	施工間隔 (m)	作業機	深度 (cm)	施工方向	施工間隔 (m)	深度 (cm)	施工間隔 (m)	深度 (cm)
慣行区		18	45	-	-					20	15	3	
総合実証区	細粒強グライ土	19	60	40	4	サブソイラ+弾丸	30	本暗渠交差	2	20	15	3	
実証区		19	60	40	4			本暗渠平行	4	20	15	3	



カットドレン



カットドレンによる穿孔暗渠の施工により、地下水位を低く保つことができるだけでなく、降雨後の低下も速くなり、湿害の影響が少なく、収量向上につながる。

チゼルプラウ耕で土壤に隙間が増えて水はけも良くなり、小麦の生育・収量が向上

三重県

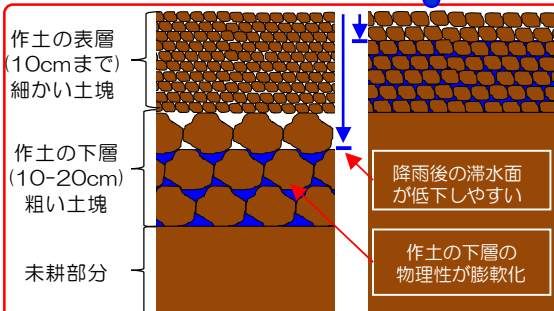
チゼル深耕体系とは

チゼルプラウを用い、水稻収穫後（小麦前）に耕深20cm程度で耕起後、縦軸駆動ハローにより土壤表面を砕土・整地・鎮圧し、小明渠浅耕播種機により小麦を畦立播種する機械作業体系

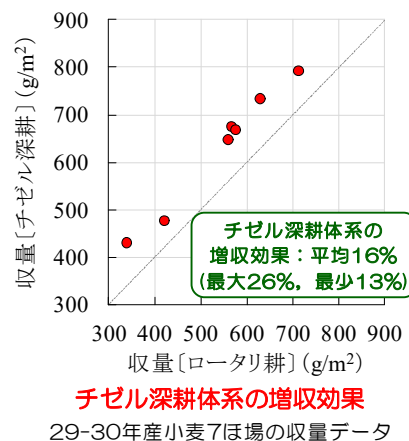
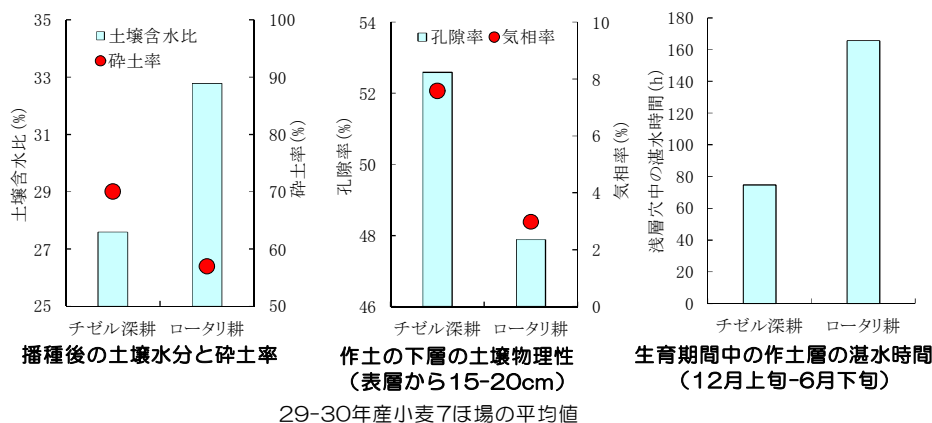


チゼルプラウでの深耕（10月上中旬） 縦軸駆動ハローでの砕土（10月下旬） 小明渠浅耕播種機での畦立播種（11月上中旬）

チゼル深耕体系の主な特徴



チゼル深耕体系と慣行体系の降雨後の土壤断面の模式図
左：チゼル深耕体系、右：慣行体系（以下、ロータリ耕体系）
ロータリ耕体系：ロータリ耕（耕深10cm）→播種



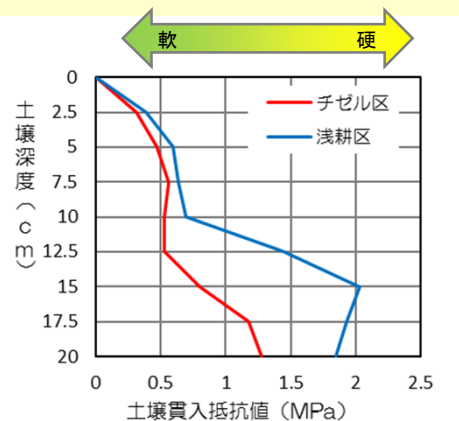
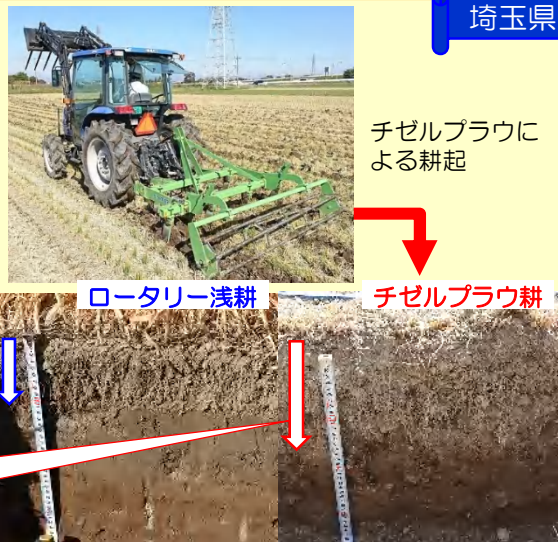
チゼルプラウ耕により土壤が軟らかくなって、小麦の生育・収量も向上

埼玉県

一般に、土壤の硬さが貫入抵抗値で1.5~2MPaを超えると根の張りが悪くなり生育・収量に影響があるといわれており、その対策として、スタブルカルチなどのチゼルプラウの利用が有望視されています。

埼玉県では、耕深10cmでロータリー耕を行った浅耕区と、耕深16cmでチゼルプラウ耕（図1）を実施したチゼル区を比較し、土壤硬度の変化と小麦の生育・収量に対する影響について調査を行いました。

その結果、土壤硬度はチゼル区で表層から10cm以深が軟らかくなり、浅耕区が2MPa程度と硬い状態であった15cm以深でもチゼル区は1.5MPaを下回りました（図2）。また、チゼル区では穂数が大きく増加し、収量が増加する傾向が見られました（表）。



チゼルプラウ耕で根が深くまで伸びるようになる

表1 チゼルプラウ耕と収量・品質

区画	整粒重 (kg/10a)	有効穂数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒)	m ² 当粒数 (千粒)	千粒重 (g)	整粒歩合 (%)	容積重 (g/L)	タリパー (%)
チゼル区	679	606	29.4	17.8	42.9	99.9	892	9.5
浅耕区	571	460	29.2	13.4	42.8	99.6	904	9.2
浅耕区との比較	119%	132%	101%	133%	100%	+0.3%	99%	+0.3%

注) 整粒は2.0mmの縦目篩で選別した。容積重はブラウエル穀粒計、タンパク含有率は近赤外infratec1241を用いて測定した。整粒重、千粒重、容積重及びタンパク含有率は水分13.5%換算値である。

カリ不足圃場へのカリ肥料増施による収量性の改善

富山県

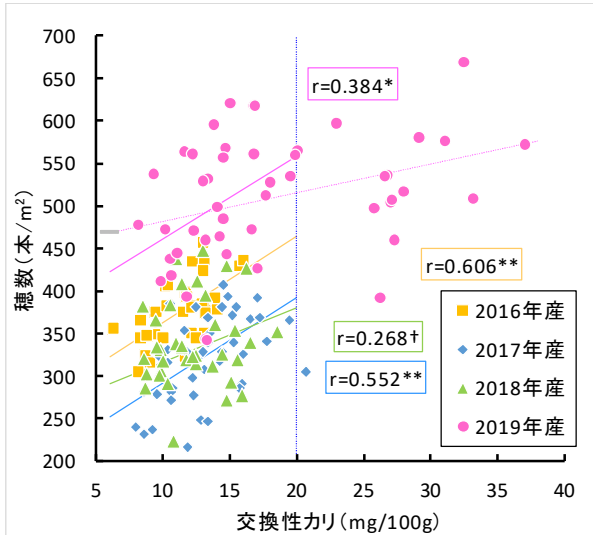


図 土壌の交換性カリ含量と大麦の穂数との関係。
†, *, **は、それぞれ10%, 5%, 1%水準で相関係数が有意であることを示す。

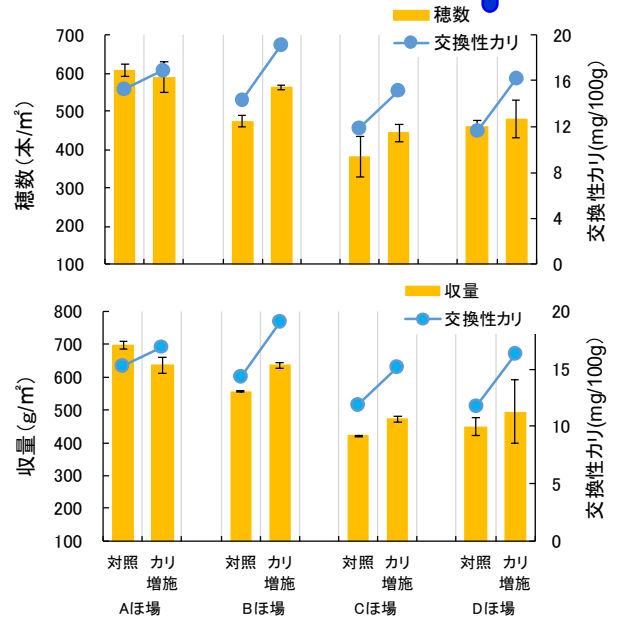


図 カリ増肥が土壌の交換性カリ含量と大麦の穂数および収量に及ぼす影響。

※ 図中のバーは、標準偏差を示す。

中粗粒質土壌では
交換性カリが20mg/100g未
満のとき、穂数が少なくなる

基肥カリ増肥
20kg/10a
《塩化カリ》

交換性カリ
増加

穂数・収量
増加

緑肥・堆肥投入による地力と小麦収量の向上

香川県



緑肥〔セスバニア/ソルゴー/
トウモロコシ〕鋤込み



パーク堆肥※ (4t/10a) 鋤込み

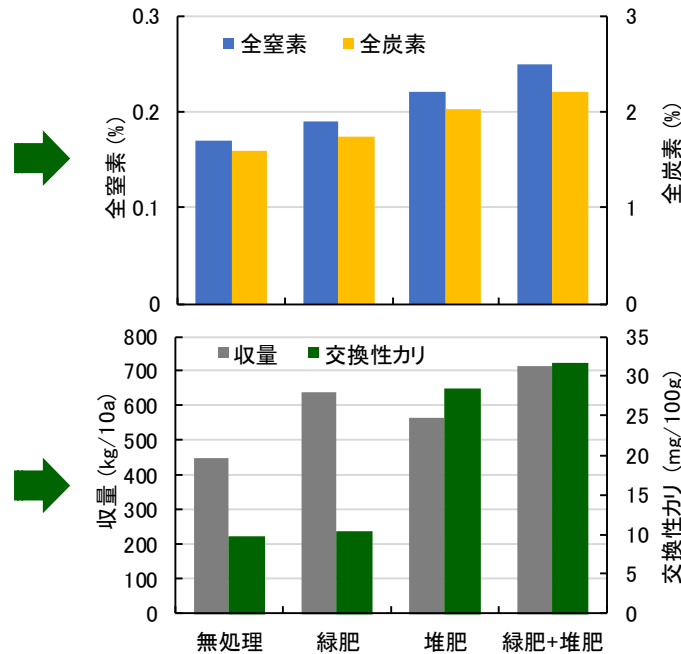


図 緑肥および堆肥の投入が土壌の全窒素、全炭素、交換性カリ含量と小麦の収量に及ぼす影響。

※ 原料：もみ殻、パーク、剪定枝、VS34菌、牛糞、動植物性残渣、EM菌、GEF
成分：水分61%、全窒素1.6%、全リン酸1.64%、全カリ1.1%、全炭素29.5%、pH 7.2

緑肥投入により全窒素と全炭素が、
堆肥投入によりさらに交換性カリ含量も高まって、小麦が増収

「緑肥利用マニュアル - 土づくりと減肥を目指して -」もご覧下さい。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech_pamph/134374.html

生育診断と追肥重点型施肥で大麦の収量が向上

栃木県

アンケート調査結果から、地力窒素による窒素供給不足が大麦の低収要因のひとつと考え、窒素施用方法の改善と、窒素追肥の可否判定のため、生育量から収量予測が可能かを調査しました。基肥窒素施用量を変えて栽培した大麦の生育量・収量調査から、茎立期-30日での生育量（NDVI値）と収量の相関は比較的高く、NDVI値から収量を予測できる可能性を見いだせました。ただし、NDVI値と収量の関係は、土壌条件、気象条件の影響を受けるため（図1）、予測精度を高めるためには、さらなる調査が必要です。

一方、窒素施肥を、（基肥）のみと、（基肥）+（茎立期-30日追肥）、（基肥）+（茎立期-30日追肥）+（茎立期追肥）の3方法で大麦を栽培した試験では、基肥のみの区に比べ、分施肥区が多収となりました。（図2）。



茎数計測などに比べ、NDVIセンサーは計測が迅速

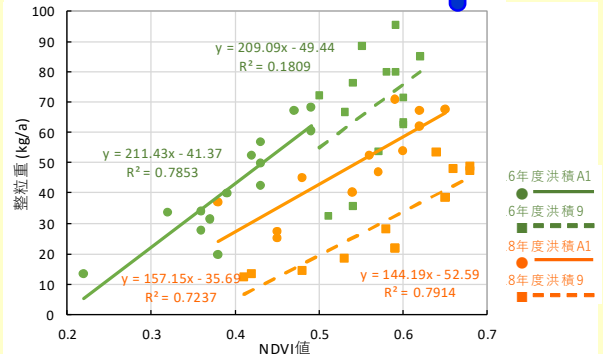


図1 ニューサチホゴールデンの茎立-30日NDVI値と整粒重の関係

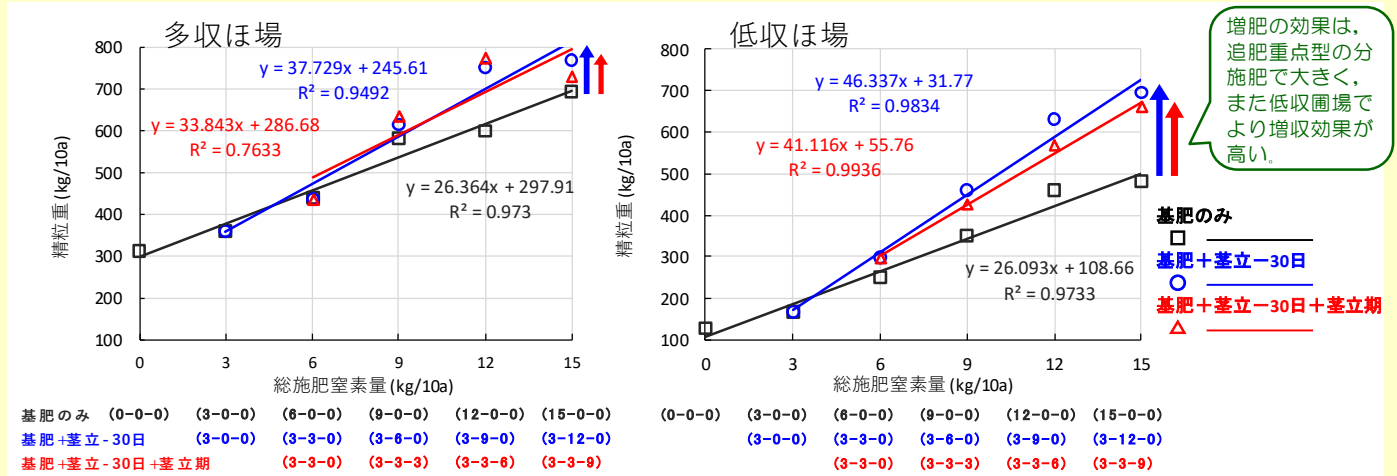


図2 ニューサチホゴールデンの窒素施肥量と整粒重の関係

※括弧内の数字は基肥、茎立-30日、茎立期の窒素施用量(kg/10a)の値をハイフンで区切って表記

増肥の効果は、追肥重点型の分施肥で大きく、また低収圃場でより増収効果が高い。

コラム その3 日本における生産者レベルでの小麦1トン穫りの事例

平成27年度（2015年度）全国麦作共励会で農林水産大臣賞を受賞された北海道斜里町のS農場（畑圃場）では、小麦の1トン穫りを達成しています。その多収を実現する生産技術の概要を紹介します。

- 収量：1,007 kg/10a（製品収量），2015年産，8.14haの平均収量
- 品質：製品率 98.1%，うち1等比率 100%
容積重 855 g/L，F.N. 418，タンパク含量 10.8%，灰分 13.5%（全てのランク区分が基準値内）

- 品種：きたほなみ
- 作付体系：
 - てんさいーばれいしょ（一部ゴボウ）ー秋まき小麦
- 土作り：
 - 堆肥施用（自家熟成の豚糞＋鶏糞堆肥，4t/10a/3年）
 - 緑肥栽培（コムギ後，エンバク野生種・シロガラシ）
 - 土壌診断に基づく土壌改良材の投入・施肥設計
- 排水対策と深耕：
 - サブソイラ施工（大型の追従ウイングを自作）
 - プラウによる深耕（耕深40cm）
- 出芽率安定のための播種床作りを行った上での少量播種
 - ロータリーとパワーハローの組み合わせで、ほ場条件によって碎土回数を変える
 - 鎮圧かごによる鎮圧・・・播種深度を揃える。
 - 播種量：5.8 kg/10a（最新型のドリルシーダー）
- 窒素施肥
 - 基肥：6 + 追肥：6.3+4.6+2.0+葉面散布：1 = 20 kg/10a（基肥：追肥 = 6：14・・・追肥重点型施肥）
- 成長調節剤
- 病害防除（種子消毒＋殺菌剤散布5回）

- 多収の新品種
- 適正な輪作体系
- 地力の向上
土壌物理性の改善
- 過不足のない土壌の栄養状態
- 根域と根の健全性の確保
- 薄播きのための出芽率の安定化
- 薄播きによる適正な群落構造
- 麦の要求量に応じた窒素施肥による高い光合成・乾物生産
- 倒伏防止による適正な群落構造
- 十分な株数と登熟期後半までの葉の活力維持

多収のためには、多くの技術を効果的に組み合わせる必要がある

耕うん同時畝立て播種技術は排水不良ほ場でも苗立ち数が確保でき、後期重点施肥との組み合わせで収量も確保

茨城県



アップカット(逆転)ロータリーによる「耕うん同時畝立て播種※」で
出芽不良を改善

乾きにくい(土壌体積含水率が高い)ほ場でも、事前耕うん無しで作業が可能です。作業速度は平面条播の約半分ですが、耕うん、畝立て、施肥、播種が一度に行えます。

※この技術は農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点で開発されました。

耕うん同時畝立て播種(平高畝)

12/10播種「さとのそら」

平面条播(ハローシーダー)

3月中旬の様子

収量 約400kg/10a

4月中旬の様子

収量 約20kg/10a

「耕うん同時畝立て播種」+「生育後期重点施肥(追肥重点型施肥)」で多収化を実証

生育後期重点施肥は、基肥重点施肥(慣行)よりも後半の生育が改善され、多収となります。

収量 約200kg/10a

12/10に「さとのそら」を
耕うん同時畝立て播種

収量 約400kg/10a

全量基肥(12-0-0)

4月中旬の様子

生育後期重点施肥(2-4-6)

注)かっこ内の数字は基肥-分けつ肥-茎立期前追肥の窒素量(kg/10)を示します。

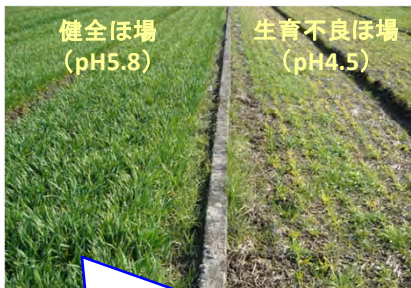
はだか麦平均収量450kg/10aを目指した 複数の技術を組み合わせた総合的対策

愛媛県

◎ 愛媛県のはだか麦の10a当たり収量は、平成8年に458kg/10aあったが、その後、麦作期間中の降水量の増加等気象の影響を受けて収量は低下を続け、平成26年に297kg、平成27年に220kgに低下し、平成28年は過去最低の206kgとなった。そこで、愛媛県農林水産研究所では、排水対策を中心に栽培方法を見直し、降水量が多く湿害を受けやすい条件でも収量450kg/10aが可能となる栽培技術を確立した。



①「周辺明渠+弾丸暗きょ」で雨が降っても乾きやすく適期播種できるほ場作り



②「石灰資材による酸性矯正」で麦の生育向上



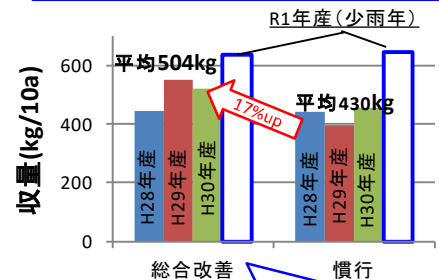
③「畝立同時播種」で播種時の湿害防止と苗立向上



④基肥を減らし、その分追肥を増やした「追肥重点型施肥」(右図)で黄枯れ防止と穂数を確保。左図は慣行施肥。



⑤「麦踏み」で乾燥害を受けやすいほ場でも根張りや登熟を強化



①から⑤を組み合わせた総合改善で、多雨年(28~30年産)の収量が17%向上

難防除雑草対策の事例

ネズミムギの要防除水準の判定と効果的な体系防除法

ネズミムギ 対策の必要性判断



5本/m²以上の発生数で、次年度に向けた対策が必要
20cm条間の場合、ほ場を歩き回り、6条の間に1mで5個体、あるいは5mで25個体ある場合は注意が必要です。

ネズミムギ 防除対策技術

静岡県

時期	圃場内のネズミムギ			畦畔のネズミムギ		
	小麦	発生	圃場内防除	タイミング (目安)	発生	畦畔防除 (除草剤抵抗性にも対応) / タイミング (目安)
夏場		←水稲作or70日以上の連続湛水 (必要に応じて米糠散布)			夏	
9月		発生始			発生始	
10月		温暖地では、栽培期間中だらだらと発生	←耕起前茎葉処理剤 (発生済の個体を防除) ・グリホサートカリウム塩液剤 ・ジクワット・パラコート液剤 ・キザロホップエチル水和剤	耕起前 10月中下旬		
11月	播種 1葉期		←播種後出芽前土壌処理除草剤 (播種後~小麦2,3葉期まで抑制) ・フロスルホカルブ乳剤 ・ジフルフェニカン・フルフェナセット乳剤 ・トリフルラリン乳剤	播種後 出芽前		
12月	2葉期				←DBN4.5粒剤 (発生済の個体を防除)	水稲収穫後 晩秋~冬
1月	3葉期		←小麦3葉期土壌処理剤 (小麦3葉期から約1ヶ月抑制) ・フロスルホカルブ乳剤 ・ジフルフェニカン・フルフェナセット乳剤	1月中旬頃		
2月	茎立期					
3月	出穂期 開花期				3月中下旬	
4月					・キザロホップエチル水和剤 ・フルシアホップP乳剤 ←イネ科除草剤+茎葉除草剤 (取りこぼした個体を防除) + ・グリホサートカリウム塩液剤 ・グリホシネートP液剤	

事前浅耕+不耕起播種による 除草剤抵抗性スズメノテッポウ、カズノコグサの防除法

福岡県

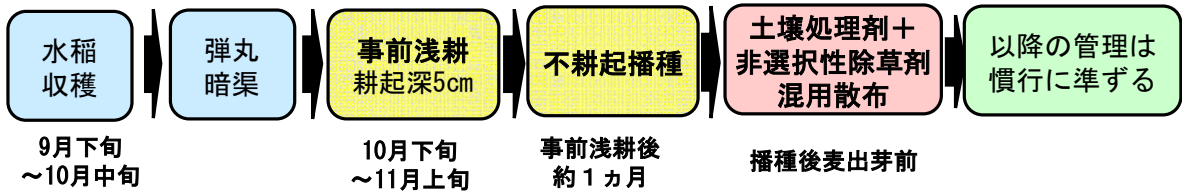


図 事前浅耕+不耕起播種によるイネ科雑草の防除体系.

※ 土壌処理剤はジフルフェニカン・フルフェナセット乳剤、非選択性除草剤はグリホサートカリウム液剤



図 開発した不耕起播種機
※ 事前浅耕を前提としているため、軽量で安価(27万円)
※ 既存の不耕起播種機やグランドリルでも可



慣行播種 事前浅耕+不耕起播種
図 播種法の違いによる残存雑草

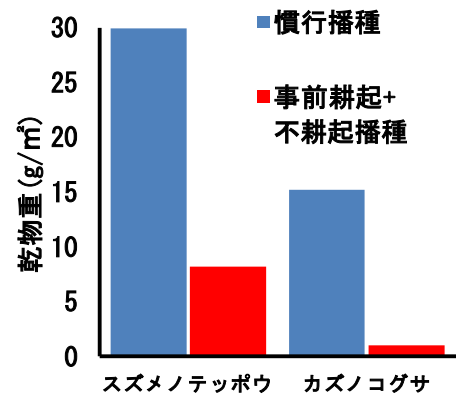


図 事前浅耕+不耕起播種の除草効果

「麦の浅耕播種・不耕起播種を活用した除草剤抵抗性スズメノテッポウ総合防除マニュアル」もご覧下さい。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/foxtail_IM.pdf

参考資料

1. 本プロジェクトの成果を各県で取りまとめたマニュアル



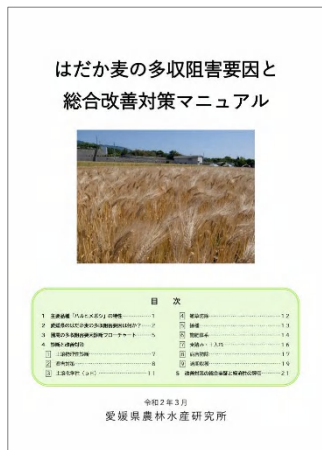
小麦「さとのそら」の湿害を中心とした低収要因診断・対策マニュアル
【茨城県農業総合センター農業研究所】
<https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisa/n/noken/right.html>



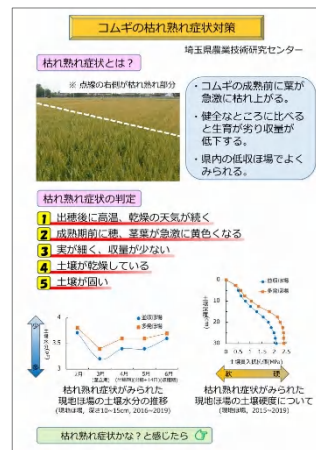
チゼル深耕を核とした水田多収輪作体系マニュアル【三重県農業研究所・中央農業改良普及センター】
https://www.pref.mie.lg.jp/nougi/hp/77665027163_00016.htm



小麦「さぬきの夢2009」低収改善対策マニュアル【香川県】
<https://www.pref.kagawa.lg.jp/noshi/seika/sonota.html>



はだか麦の多収阻害要因と総合改善対策マニュアル【愛媛県】
https://www.pref.ehime.jp/h35118/1707/siteas/00_honsyo/honsyo.html



コムギの枯れ熟れ症状対策【埼玉県農業技術研究センター】
<https://www.pref.saitama.lg.jp/b0909/suidenkoudoriyou.html>



小麦難防除雑草「ネズミムギ」の侵入・拡散防止と新たな防除技術【静岡県農林技術研究所】

詳しくは各県にお問い合わせください。

2. 本プロジェクトの大豆課題で取りまとめたマニュアル・データベース



営農排水改良ラインナップ技術新世代機「カットシリーズ」
【農研機構 農村工学研究部門】
https://www.naro.go.jp/project/research_arch_activities/2019cutSeries20200324.pdf



有機資材の施用効果データベース
https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/crop_diagnosis/org_db/

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト「収益力向上のための研究開発（課題名：多収阻害要因の診断法および対策技術の開発）」で実施された「麦類の多収阻害要因実態調査」、および個別課題での対策技術開発・実証研究の成果をもとに取りまとめました。

麦課題参画機関と本マニュアルの執筆者

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構	[渡邊和洋, 浅井元朗]
地方独立行政法人 北海道総合研究機構中央農業試験場	[谷藤健]
北海道空知農業改良普及センター	
茨城県農業総合センター農業研究所	[生井幸子, 四宮一隆]
栃木県農業試験場, 栃木県庁	[仲田聡]
埼玉県農業技術研究センター	[志保田尚哉]
富山県農林水産総合技術センター農業研究所	[南山恵]
石川県農林総合研究センター農業試験場	[今本裕士]
静岡県農林技術研究所, 中遠農林事務所	[外山祐介, 亀山忠]
三重県農業研究所, 中央農業改良普及センター	[川原田直也]
滋賀県農業技術振興センター	[宮村弘明]
香川県農業試験場, 東讃農業改良普及センター, 中讃農業改良普及センター, 西讃農業改良普及センター, 香川県庁	[河田和利]
愛媛県農林水産研究所, 東予地方局, 愛媛県庁	[大森誉紀]
福岡県農林総合試験場	[石丸知道, 大野礼成]
国立大学法人 山口大学農学部	[荒木英樹, 高橋肇]
国立大学法人 九州大学大学院農学研究院	

問い合わせ先

農研機構・中日本農業研究センター

電話 029-838-8421

メール koho-carc@ml.affrc.go.jp

著作権について

本マニュアルに掲載されている個々の情報(テキスト, 図版, 写真など)の著作権は, 特に記されていない限り農研機構に帰属します。本マニュアルは, 「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き, 無断で転載, 複製, 販売などの利用はできません。引用等を行う場合には, 必ず出所を明記してください。内容の全部又は一部について, 農研機構に無断で改変を行うことはできません。

免責事項について

本マニュアルは発行日の時点の情報に基づいて作成しています。適宜, 修正をするようにしていますが, マニュアルとは別に最新の情報をご確認ください。農研機構中日本農業研究センターは, 本マニュアルに掲載された情報をご利用になったことにより損害が生じても一切の責任を負いません。

診断に基づく小麦・大麦の栽培改善技術導入支援マニュアル 《総合版》

発行 2020年3月(2021年7月 一部改訂)

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
中央農業研究センター(現 中日本農業研究センター)
〒305-8666 茨城県つくば市観音台 2-1-18