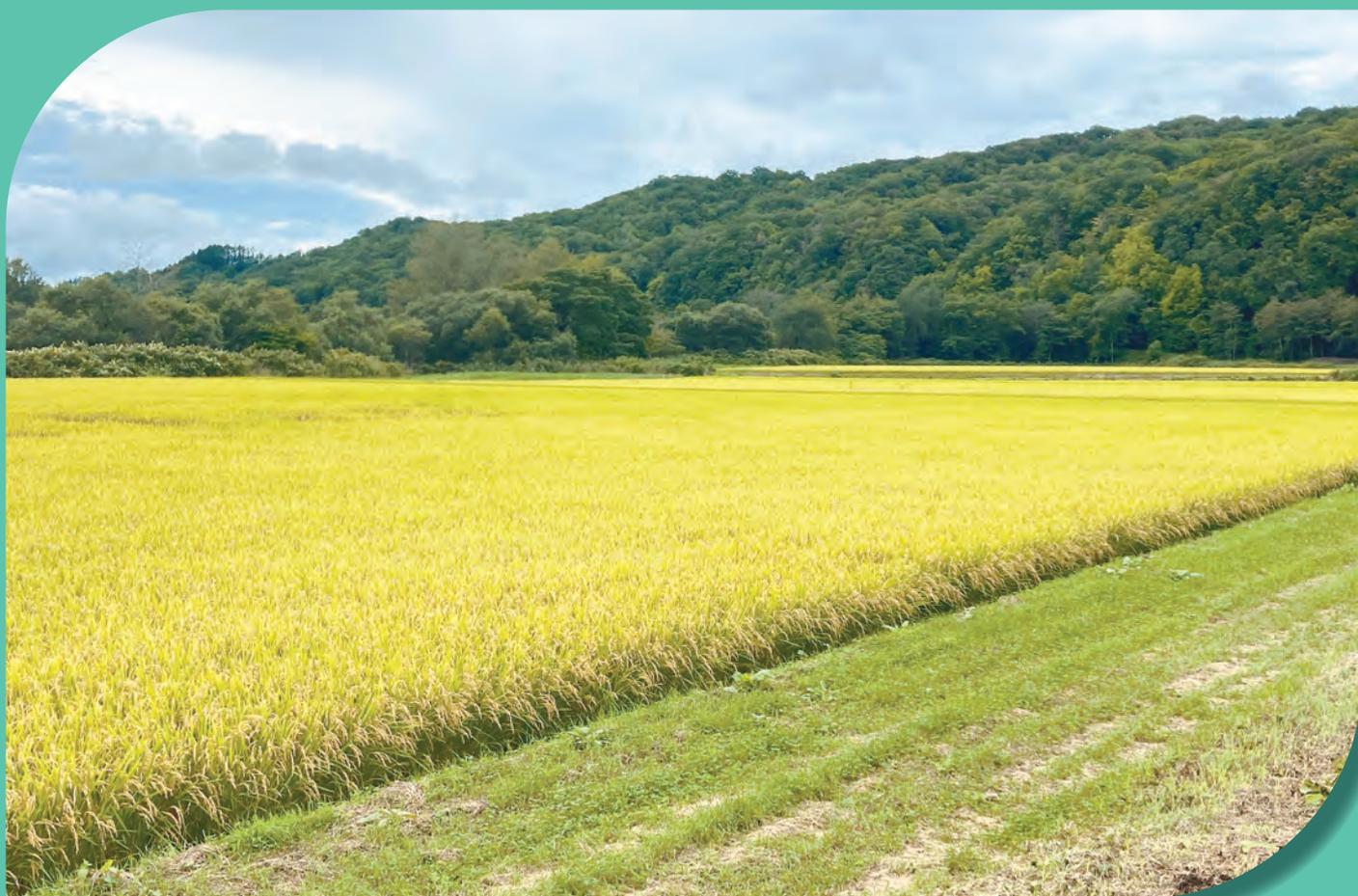


令和7年産に向けての

米 づ く り



令和7年 2月

一般社団法人 北海道農産協会

目 次

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術

—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

I

令和6年の水稻(うるち米)の生育経過と本年の取組について … 1

全道総括編

- 1 気象と水稻の生育経過
- 2 作柄の概況
- 3 令和6年、生育の特徴
- 4 令和6年産米の品質について
- 5 令和6年産米の反省に基づく令和7年の技術対策

II

令和6年の水稻(もち米)の生育経過について … 25

全道総括編

- 1 令和6年の気象経過と作柄状況
- 2 作柄の概況
- 3 令和6年産米の特徴
- 4 収量確保の要因
- 5 令和7年に向けて

III

令和6年の水稻(直播栽培)の取組について …… 33

- 1 北海道における水稻直播栽培の取組状況
- 2 令和6年の水稻直播栽培について

IV

良食味米を目指した土壌管理、施肥技術 …… 39

- 1 圃場、土壌管理技術
- 2 適正な窒素施肥(施肥量と施肥法)
- 3 施用有機物のリン酸肥効
- 4 ケイ酸質資材の施用
- 5 「タンパクマップ」から考える
- 6 「ゆめぴりか」の品質・食味管理目標に対応した栽培指標
- 7 高密度播種中苗を利用した苗箱数削減による省力化
- 8 高密度播種短期育苗を利用した育苗期間短縮と苗箱数削減による省力化
- 9 酒造好適米「吟風」、「彗星」の栽培特性と品質改善対策
- 10 復元田における施肥

I 病 害

- 1 令和6年の主要病害虫の発生状況（北海道病害虫防除所調べ）
- 2 水稻の苗立枯病と苗立枯細菌病・褐条病の特徴・見分け方と防除対策
- 3 種子伝染性病害の種子消毒
- 4 ばか苗病菌の水稻育苗工程における汚染防止のための注意点と対策
- 5 いもち病の防除対策
- 6 紋枯病と赤色菌核病の発生生態と防除対策

II 虫 害

- 1 令和6年の水稻主要害虫の発生状況（北海道病害虫防除所調べ）
- 2 イネドロオイムシの防除対策
- 3 アカヒゲホソミドリカスミカメの防除対策
- 4 フタオビコヤガの防除対策

III 農薬の適正使用

- 1 登録のある農薬を使用する
- 2 使用基準を遵守する
- 3 農薬の飛散（ドリフト）低減と後作物への残留対策
- 4 農薬の保管と使用にあたっての注意事項
- 5 農薬のRACコードについて

- 1 収 穫
- 2 乾 燥
- 3 調 製
- 4 稲わら収集

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

I

令和6年の水稲(うるち米)の生育経過と本年の取組について
全道総括編

1 気象と水稲の生育経過

2 作柄の概況

3 令和6年、生育の特徴

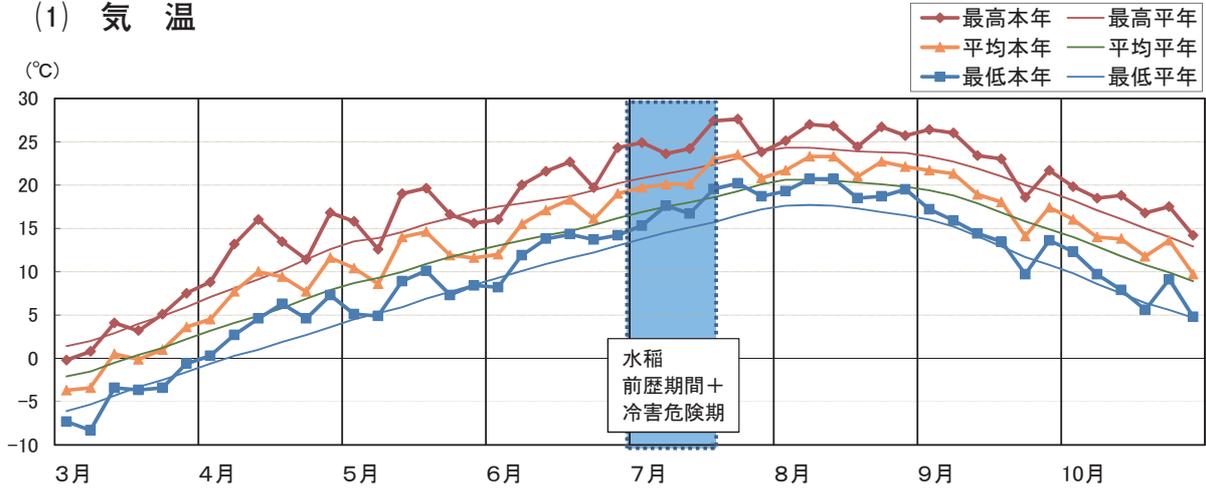
4 令和6年産米の品質について

5 令和6年産米の反省に基づく令和7年の技術対策

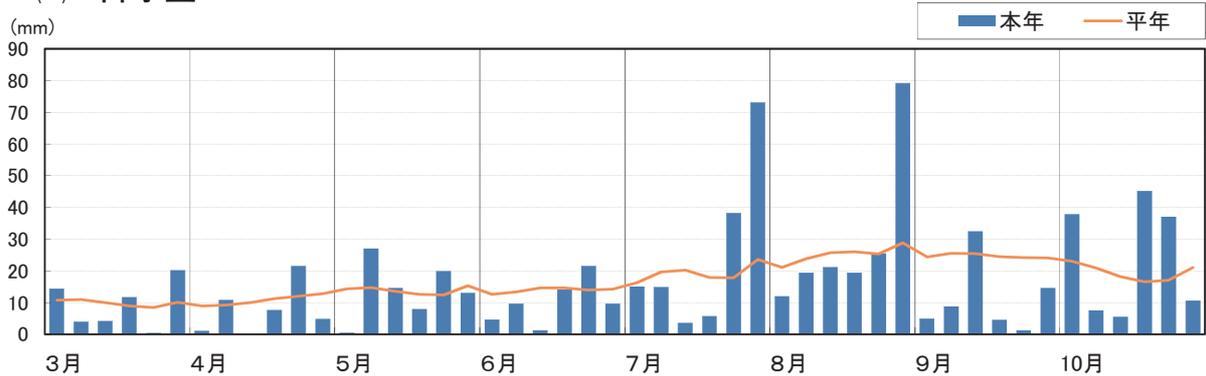
執筆：北海道農政部生産振興局 技術普及課 道南農業試験場駐在
上席普及指導員 李家真理（農業革新支援専門員）

1 気象と水稲の生育経過 (札幌管区気象台管内22地点観測点平均)

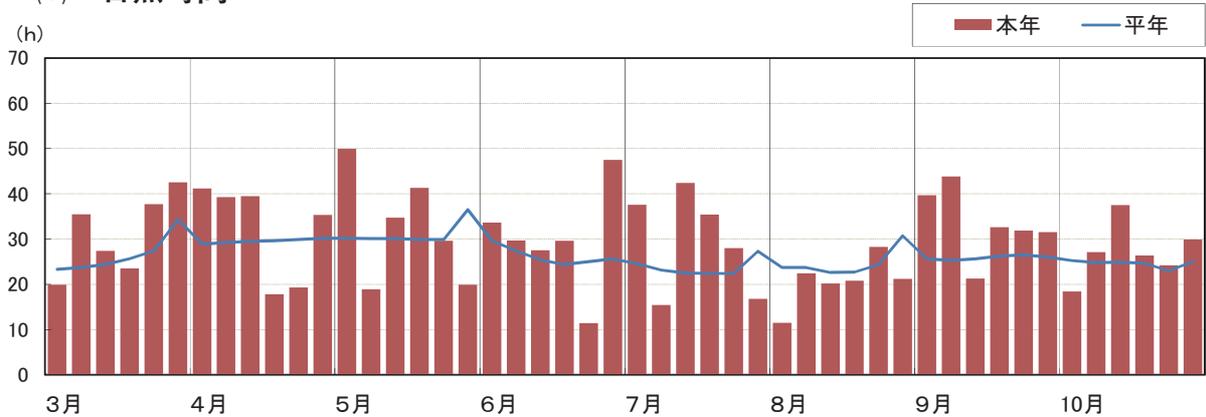
(1) 気温



(2) 降水量



(3) 日照時間



2 作柄の概況

令和6年における北海道米の作柄は、全道各地で平年作を上回り6年連続の豊作となった。北海道農政事務所公表による全道の10a当たり予想収量は562kg（作況指数103）であった。地帯別では、オホーツク・十勝（109）で「良」、主産地の空知、上川を含め8地帯で「やや良」となった（図1）。

また、外観品質について、高温登熟ではあったが、令和5年ほどの異常高温ではなく、白未熟粒等の発生は少なく、良好であった。「令和6年産米の農産物検査実績（速報値）10月31日現在（農林水産省公表）」によると、検査総数量のうち1等米比率は、北海道産の水稻のうち玄米で91.4%、水稻もち玄米で97.1%となった。また、低タンパク米の割合（白米のタンパク質含有率6.8%以下）は、平年並で推移している。

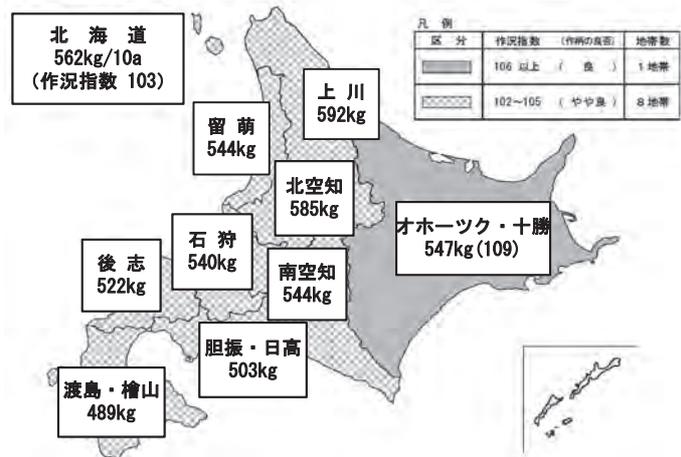


図1 地帯別10a当たり収量

（北海道農政事務所公表の「令和6年産水稻の収穫量（北海道）」を元に作図。収量ふるい目幅は1.90mm）

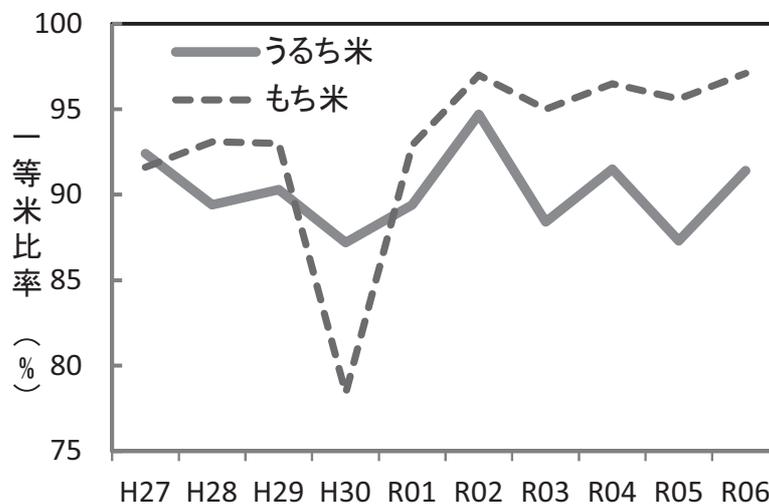


図2 年次別の1等米比率

（北海道農政事務所、米穀検査実績より令和6年11月30日現在）

3 令和6年、生育の特徴

(1) 融雪状況と春耕期

3月前半の低温傾向と降雪量の増加により、融雪期は地域ごとに差が見られ、総じて平年よりやや早かったものの、令和5年と比較すると大幅に遅れた(表1)。しかし、融雪後は好天に恵まれ、ほ場の乾燥が進み、耕起作業は平年対比2日早く行われた(表2)。

表1 令和6年 各地の根雪終日

(アメダス地点)

| 区分 | 長期積雪(根雪)終日 | | |
|-----|------------|-------|------|
| | 令和6年 | 平年 | 差(日) |
| 札幌 | 4月5日 | 4月2日 | 遅3 |
| 旭川 | 4月6日 | 4月7日 | 早1 |
| 岩見沢 | 4月2日 | 4月6日 | 早4 |
| 留萌 | 4月8日 | 3月31日 | 遅8 |
| 函館 | 2月13日 | 3月10日 | 早25 |

(2) は種作業から活着期まで

は種作業は平年並に行われ、出芽も良好であった(表2)。その後、5月は総じて好天で経過し、移植時の苗質は葉数が確保され、地上部乾物重も重い、良質な苗を確保することができた(図3)。また、移植作業も平年並(移植期、早1)に行われた(表2)。しかし、5月下旬からの低温・寡照や強風の影響により、葉先枯れなどの植え傷みや活着不良、退色が発生し、生育が停滞したほ場が多く見られた。特に徒長・老化苗の移植ほ場では、その症状が激しくなった。

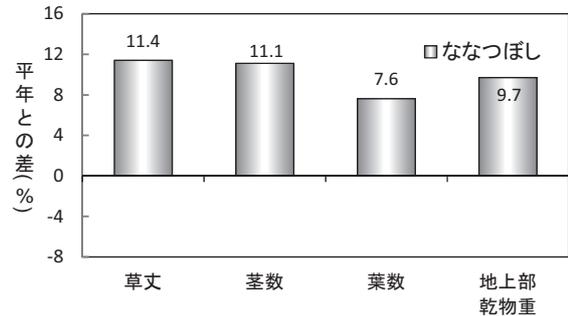


図3 移植時苗質の平年比較

(中央、上川、道南3農試の平均値)

一方、早めに移植された苗(5月20日以前)は、活着良好で生育停滞期間も短く、順調に生育した。

(3) 分けつ始から幼穂形成期

6月2半旬まで続いた天候不順により、生育の回復は6月3半旬以降となった。特に分けつの発生が、葉数進度の回復に比べ遅れているため、中旬時点での茎数確保は平年に比べ劣る地域が多くなり、6月15日現在の茎数は、199本/m²で平年対比81%と少なくなった(表2、図4、5)。

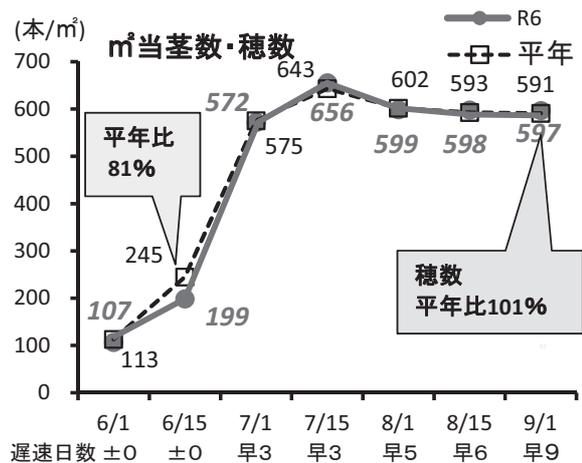


図4 令和6年 全道の茎数・穂数の推移

※農政部農作物生育状況調査より

その後、6月中旬から高温に転じ、植え傷みの見られたほ場の生育も回復し、分けつ発生は盛んになった。その後も高温傾向は継続、7月1日の茎数は572本/m²と、平年並まで回復した(図4、5)。また、幼穂形成期は6月27日と平年並に迎えることができた(表2)。

表2 全道の作業期節と生育期節（令和6年農政部農作物生育状況調査より）

| | 作業期節 | | | | 生育期節 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|--|
| | は種期 | 耕起盛期 | 移植期 | 収穫期 | 出芽期 | 活着期 | 分けつ始 | 幼穂形成期 | 止葉期 | 出穂期 | 成熟期 | |
| 空知 | +1 | +3 | +1 | +6 | +1 | ▲1 | ▲1 | +1 | +2 | +3 | +6 | |
| 石狩 | ▲1 | +1 | +1 | +6 | ▲1 | +1 | ▲2 | +1 | +2 | +4 | +6 | |
| 後志 | ±0 | +3 | +2 | +9 | ±0 | +1 | ▲2 | +1 | +2 | +5 | +6 | |
| 胆振 | ±0 | ±0 | ±0 | +7 | +1 | +1 | ▲1 | +2 | +5 | +6 | +7 | |
| 日高 | ±0 | +1 | +1 | +5 | ±0 | +1 | +1 | +5 | +5 | +6 | +8 | |
| 渡島 | ▲2 | +3 | ±0 | +8 | ▲1 | ±0 | ▲1 | +2 | +2 | +3 | +8 | |
| 檜山 | ▲2 | +10 | +1 | +6 | ±0 | ±0 | ±0 | +2 | +2 | +4 | +11 | |
| 上川 | +1 | +3 | +2 | +6 | +1 | ▲1 | ▲1 | ±0 | +1 | +2 | +4 | |
| 留萌 | ±0 | +1 | ±0 | +1 | ▲1 | ±0 | ±0 | ±0 | ±0 | ±0 | +4 | |
| オホーツク | ±0 | +1 | +1 | +8 | ±0 | ±0 | ▲2 | ▲1 | ±0 | +1 | +4 | |
| 全道平均 | 4/19 | 4/28 | 5/20 | 9/16 | 4/24 | 5/27 | 6/5 | 6/27 | 7/13 | 7/22 | 9/5 | |
| 遅速日数 | ±0 | +2 | +1 | +6 | +1 | ▲1 | ▲1 | +1 | +1 | +3 | +5 | |

※ +：早い、▲：遅い

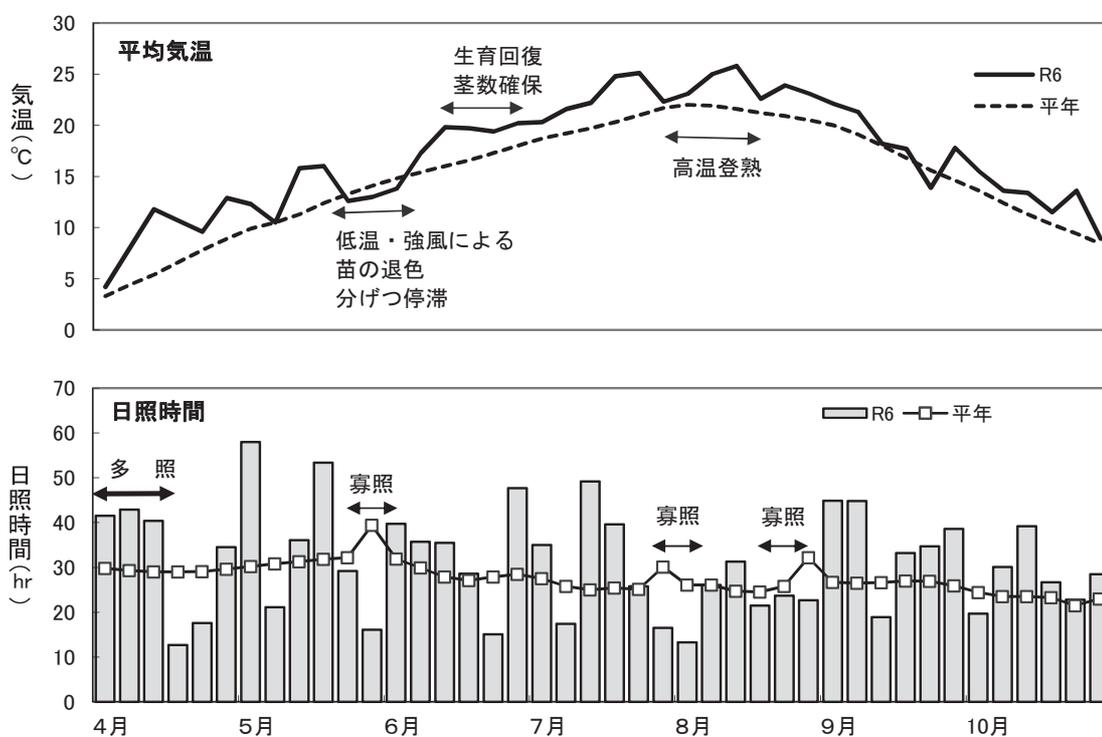


図5 令和6年 水稻生育期間の気象経過（平均気温・日照時間：岩見沢アメダス）

(4) 幼穂形成期後から成熟期

6月中旬以降の高温傾向は7月に入ってから続き、2半旬に一時的に寡照となったものの、分けつは旺盛となり7月15日の茎数は656本/m²と、平年対比で2%多くなった（図4）。幼穂形成期前に確保した分けつが主であることと、その後の高温により生育は順調であったことから、穂揃性はおおむね良好となった。その後も高温状態が継続したため、生育は早まり出穂期は7月22日で、平年対比で3日早くなり、開花・初期登熟も順調に進んだ。しかし、8月12日の台風5号の接近により、風雨があり各地でなびきや倒伏が発生し始めた。その後も風雨の度に倒伏面積の拡大が見られた。8月中旬以降も高温傾向が継続したため、登熟は進み成熟期は9月5日で平年対比で5日早くなった（表2）。

(5) 収量構成要素および決定要素の状況

収量構成要素について、 m^2 当たり穂数は地域間差が大きいものの、全道平均では平年対比101%を確保した。そして、一穂粒数も平年対比102%となった。稔実歩合はほぼ平年並であったことから、 m^2 当たり稔実粒数は3%程度多くなり、十分な収量構成要素が確保できた年となった。また、千粒重はやや軽かったが、登熟歩合がやや向上し、収量は4%程度多くなった(図6)。

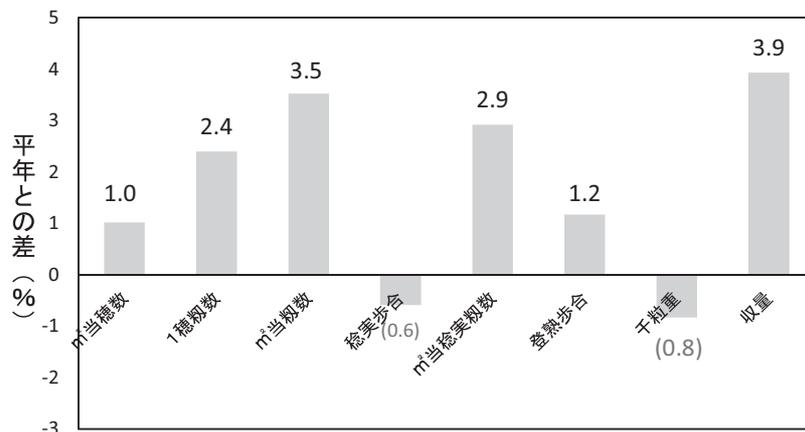


図6 収量決定要素・決定要素の平年差(令和6年農政部農作物生育状況調査より)

4 令和6年産米の品質について

近年、猛暑が常態化しており、令和6年も高温傾向で経過した。しかし、記録的な暑さであった令和5年ほどではなく、出穂後の初期登熟などは、好適条件下での登熟であったと考えられる(図7)。これに加え、登熟期における適切な水管理など、高温障害の防止対策が全道的に徹底された効果もあり、収量・品質ともに良好な作柄となった。

しかし、倒伏やノビエの多発など、いくつかの克服すべき課題が浮き彫りとなった年でもあった。

(1) 令和4～6年、暑さの比較

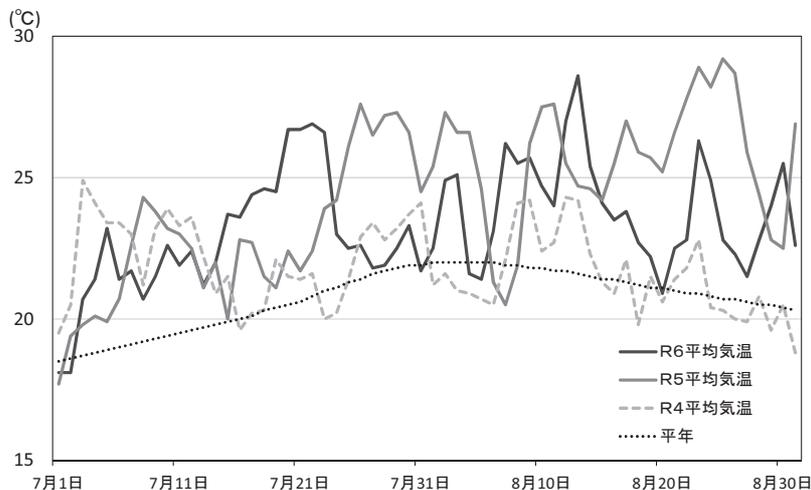


図7 7～8月の平均気温推移(令和4～6年、岩見沢アメダス)

ア 令和6年の気温は出穂期（7/23）前は、令和5年より高く経過していたが、出穂後は令和4年並となった（図7）。このため、初期登熟は順調であった。

イ その後、8月中旬前後に令和5年を上回る日もあったが、一時的であり、8月下旬は令和4年並からやや高い程度で経過した（図7）。

(2) 胴割粒の発生について ～胴割れは登熟初期の高温により誘発される～

ア 胴割率は、出穂期後10日間の平均最高気温が高いほど、増加傾向を示す（令和3年度農政部調べ）。

イ 令和3年は、出穂期後10日間の平均最高気温が30℃を超えると、胴割率が4%を超える傾向にあった（図8）。

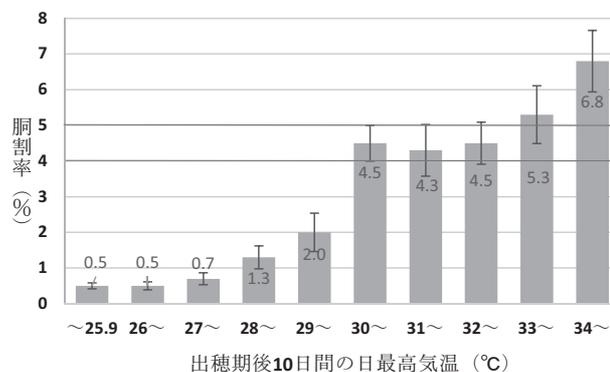


図8 平均最高気温（出穂後10日間）別の胴割粒発生割合

（令和3年産米高温による収量・品質影響調査）

ウ 令和3年は出穂期後10日間の平均最高気温が32.6℃と非常に高く、胴割粒の多発が見られたが、令和6年は27℃程度と、その発生リスクは低かったと考えられる。

表3 高温年における出穂期後10日間の平均最高気温（農政部農作物生育状況調査より）

| 年次 | 出穂期 | 出穂期後10日間の平均最高気温(°C) |
|------|-------|---------------------|
| 令和3年 | 7月23日 | 32.6 |
| 令和5年 | 7月23日 | 30.7 |
| 令和6年 | 7月22日 | 27.2 |

※各年出穂期は全道平均値、岩見沢アメダス値

(3) 白未熟粒の発生について

ア 出穂期後20日間の日平均気温が26℃を超えると、未熟粒のうち玄米の一部が白濁した「白未熟粒」が急速に増加し始める（図9）。

イ 令和5年は出穂期後20日間の日平均気温が25.6℃と高く、白未熟粒の多発が見られたが、令和6年は23.5℃と2℃程度低く、そのリスクをある程度回避出来たと考えられる（表4）。

表4 高温年における出穂期後20日間の日平均気温（農政部農作物生育状況調査より）

| 年次 | 出穂期 | 出穂期後20日間の日平均気温(°C) |
|-----|-------|--------------------|
| R05 | 7月23日 | 25.6 |
| R06 | 7月22日 | 23.5 |

※各年出穂期は全道平均値、岩見沢アメダス値

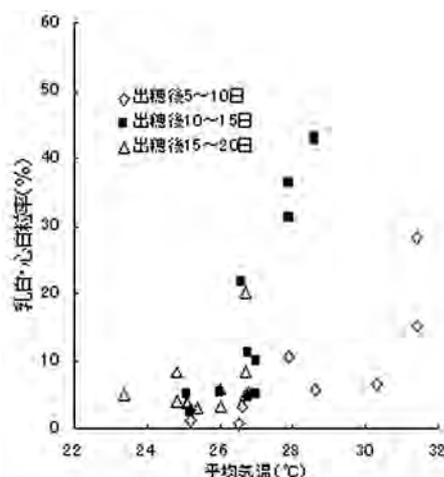


図9 高温処理時期別平均気温と乳白・心白粒率

（農研機構、平成14年度）

(4) 低タンパク米の出荷率について

ア 令和5年の粳数レベルはほぼ適正であったが、猛暑により登熟が不良となり、高タンパク化につながった。

イ 登熟期間の日平均気温（出穂期後40日間の平均気温）は21.4℃以上になると、登熟歩合が低下し始める。これにより、窒素玄米生産効率が低下し、タンパク質含有率が高い傾向となる。

ウ 令和5年は登熟期間の日平均気温が25.8℃と高く、低タンパク米出荷率は低迷した。これに対し、令和6年は23.7℃であり、高タンパク化リスクを回避できたものとする。

表5 高温年における出穂期後40日間の日平均気温
(農政部農作物生育状況調査より)

| 年次 | 出穂期 | 出穂期後40日間の日平均気温(℃) |
|-----|-------|-------------------|
| R05 | 7月23日 | 25.8 |
| R06 | 7月22日 | 23.7 |

※各年出穂期は全道平均値、岩見沢アメダス値

5 令和6年産米の反省に基づく令和7年の技術対策

(1) 種粳浸漬水の高水温対策など

令和6年は、浸種中に発芽が始まってしまい、催芽が不揃いになるという現象が各地で見られた。これは浸種期間である4月中旬が非常に高温で経過し、浸漬水の水温が上昇したことに原因があると考えられる(図10)。

図10のとおり、4月の最高気温は中旬にピークがあり、4月15日の最高気温は25.7℃を記録した。

ア 浸種の基本

浸種中の平均水温は11~12℃とし、浸種日数は5~6日確保することが基本となる。ただし、高温年産の種粳は、休眠が深くなる傾向があるので、浸種日数を2~3日延長し、7~9日程度とする。また、浸種中は2~3日に一度、水を静かに交換し酸素不足にならないよう注意する。水温が15℃以上と高い場合は、一部の発芽勢の強い種粳が発芽を始めたり、逆に水温が低い場合には吸水が不十分となり、不発芽粳が多くなって、催芽不揃いの原因となる。

齊一な催芽(芽出し)にするためには、浸種期間の毎日の水温から5℃を差し引いた積算水温が20℃以上でかつ、毎日の水温から12℃差し引いた積算水温が10℃以下の範囲とする。

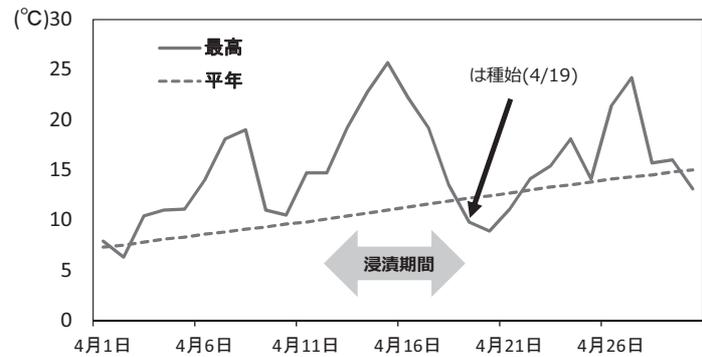


図10 令和6年4月の最高気温推移(岩見沢アメダス値)

※「は種始」は農政部農作物生育状況調査による全道平均値

浸種時平均水温の基準

○Aさんは12℃で5日間、Bさんは15℃で5日間浸種した場合

① 最低水温の確保

・浸種期間の毎日の水温から5℃を差し引いた積算水温が20℃以上

Aさん：12℃ - 5℃ = 7℃ 7℃ × 5日 = 35℃ ⇒ OK！

Bさん：15℃ - 5℃ = 10℃ 10℃ × 5日 = 50℃ ⇒ OK！

② 最高水温の規制

・浸種期間の毎日の水温から12℃を差し引いた積算水温が10℃以下

Aさん：12℃ - 12℃ = 0℃ 0℃ × 5日 = 0℃ ⇒ OK！

Bさん：15℃ - 12℃ = 3℃ 3℃ × 5日 = 15℃ ⇒ ダメ！超過！

イ 令和7年、浸種作業のポイント

① 適水温（11～12℃）での浸種は、催芽前に種籾に十分な水分を吸収させ、発芽勢の強弱に関係なく、その足並みを揃えることが可能となる。

② 浸種中の酸素不足や温度ムラを防ぐため、水量は種籾100kgに対し、水400Lを準備する（容積比は種籾1：水2）。また、水は2～3日に1回程度静かに交換する（図11）。

③ 令和6年も高温登熟年となったので、浸種日数を基準より2～3日延長し、7～9日程度とする。

④ 浸種中の平均水温を11～12℃に保てるよう、こまめに水温を確認する。気温上昇により水温が上がる場合は、差し水を行うか水を静かに交換する。また、水の交換時等に種籾の状態をよく確認する（図11）。



図11 浸種作業のポイント

ウ 令和7年、催芽作業のポイント

① 浸種の完了した種籾に一定の温度を与えると、発芽・発根が始まる。種籾に均一な温度と十分な酸素を供給して、催芽を揃えることが大切である。

② 催芽の程度は、ハト胸から2mm程度の長さが適当である（図12）。芽を伸ばしすぎると、は種作業時に損傷して出芽歩合を低下させる。催芽における発芽・発根の最適温度は30～32℃で、催芽までの時間は20時間前後である。



図12 催芽の程度

※詳細については、当会HP稲作栽培リーフレット「令和6年水稲育苗管理のポイント」を参照のこと。

↓下記QRコードから



「2 健苗育成のポイント」の項

③ 催芽における留意点

- ・ 種籾袋全体の温度ムラを防ぐことが大切である。このため、催芽を始める前に、30～35℃程度の温湯で袋全体を暖める。
- ・ 袋に種籾を入れ過ぎると、中心部と周縁部に温度差が生じ催芽が揃わないので、できるだけ小分けして催芽を行う。
- ・ 催芽開始後15時間を過ぎてからは、1時間ごとに種籾の状態をチェックする。また、品種や来歴の差により、催芽時間は少しずつ異なるものである。種籾袋を一つずつ確認し、催芽が遅れている袋は加温を継続する。
- ・ 催芽後は、種籾袋の中央部にこもった熱を冷ますため冷水につける。

④ 『循環式催芽機（ハトムネ催芽機）』を使用する場合

- ・ 本催芽機の使用は、好適な催芽条件を整えることが可能となるが、その反面、「褐条病」が多発する可能性がある（写真1）。
- ・ 使用に当たっては、褐条病対策のため食酢（穀物酢4.2%）50倍液（水100L当たり穀物酢2L）で催芽を行う（図13）。
- ・ 高倍率の食酢液を使用すると、催芽が極端に不揃いとなるので適正倍率を遵守する。



写真1 循環式催芽機（ハトムネ催芽機）

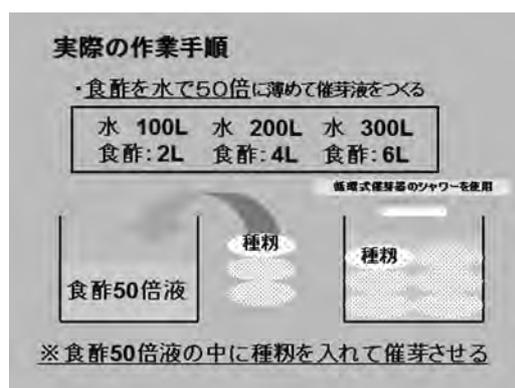


図13 食酢による褐条病防除手順

(2) 倒伏防止対策

令和6年は比較的良好な作柄となったが、8月12日の台風5号接近による風雨の後、各地でなびきや倒伏が発生し始め、その後も風雨の度に倒伏面積の拡大が見られた。

写真2の様に早期にべったりと倒れてしまうと、収量・品質・食味の低下を招くだけでなく、収穫作業に多大な悪影響を及ぼしてしまう。

以下に、三大要因とその技術対策をまとめたので、倒伏が見られたほ場では発生要因に応じた技術対策を講じて頂きたい。



写真2 令和6年の倒伏状況
(令和6年8月30日撮影)

ア 過剰生育による倒伏

- ① 近年は温暖化により秋が長くなり、ほ場の乾田化対策等が積極的に行われるようになった。このため、春先に乾土効果がより発現するようになり、やや過剰な生育を招いていると考えられる。
- ② 令和6年、倒伏やなびきが見られたほ場は、土壌診断を行い窒素肥沃度（可給態窒素量）を再確認し、乾土効果や有機物施用に対応した減肥を実施するなど、窒素施肥量について見直しを行い、無理・無駄のない稲づくりで低タンパク米のさらなる安定生産を目指して欲しい。
- ③ 写真3と4は、道路向かいの隣接ほ場で撮影した「ふっくりんこ」である。写真4のほ場は、たわわに稔ってきているが、写真3のほ場は全面倒伏している。写真3-1と写真4-1の茎葉の色に着目して欲しい。写真3-1の茎葉は濃緑であり、明らかに窒素過剰であると考えられる。このようなほ場では、施肥設計の再考が欠かせないものとなる。



写真3-1 倒伏ほ場の茎葉の色
(令和6年9月10日撮影)



写真3-2 3-1のほ場を少し上から撮影
(令和6年9月10日撮影)



写真4-1 登熟良好ほ場の茎葉の色
(令和6年9月10日撮影)



写真4-2 4-1のほ場を少し横から撮影
(令和6年9月10日撮影)

- ④ 写真5は倒伏が一定の間隔で発生しており規則性がある。このようなほ場では、施肥設計の再考と併せ、施肥作業についても注意して欲しい。



写真5 倒伏に規則性が見られるほ場
(令和6年9月10日撮影)

推測ではあるが、肥料の掛けあわせ部分が過剰な生育を示し倒れているのではないだろうか。トラクタでの作業間隔をもう少し空けるなどして施肥の重複を避ける必要がある。

- ⑤ また、その他のほ場も、生育状況や収量・品質の実績と、土壌診断結果を照らし合わせ、施肥設計を練り直して欲しい。なお、土壌診断は3～4年ごとに実施することが望ましい。

イ ケイ酸の不足による稲体の弱体化

- ① 水稲は他の作物に比べてケイ酸吸収量が著しく多く、「ケイ酸植物」と呼ばれている。吸収されたケイ酸は組織で多量に蓄積し、それによる形態、生理機能の変化が各種ストレス耐性（耐病性、耐倒伏性など）や、乾物生産能力の向上をもたらし、収量や食味向上（低タンパク化）に作用している（図14、15）。

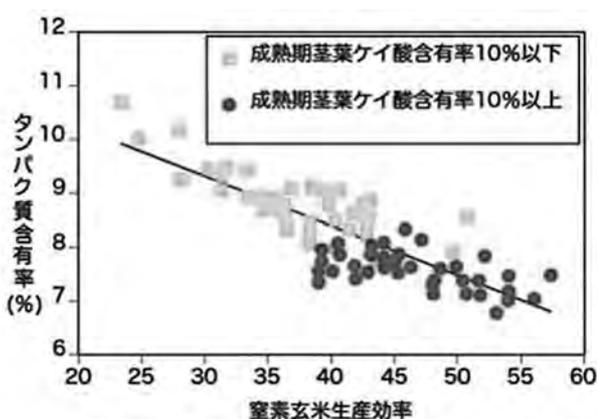


図14 ケイ酸集積とタンパク質含有率と窒素玄米生産効率（中央農試、平成7年）

特に倒伏防止や受光態勢の改善などは、高温年における暑熱ストレスの軽減に高い効果があると考えられる。

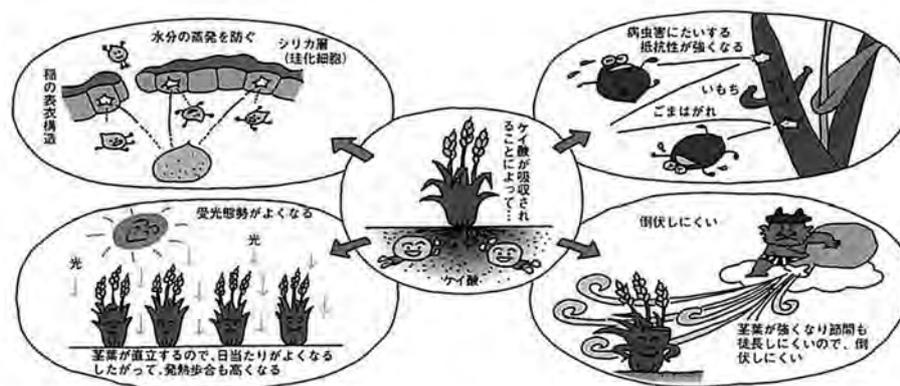


図15 ケイ酸の施用効果（珪酸石灰肥料協会）

- ② 良食味米の安定生産に向け、成熟期における茎葉のケイ酸含有率は少なくとも10%以上（栄養診断指標値は13%以上）必要である。

そして、この水準を確保するための土壤の可給態ケイ酸含有量は少なくとも10mg/100g（土壤診断基準値は16mg/100g以上）必要である。これに対して、道内水田における本含有量の平均値は9.6mg/100gで、基準値未満のほ場が9割以上となっているのが現状である（図16）。

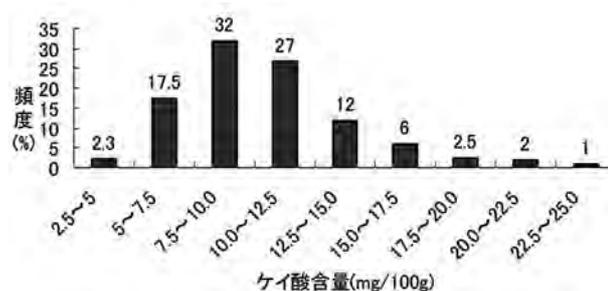


図16 北海道水田土壤のケイ酸含量頻度分布
（上川農試）

- ③ 土壤診断値に基づくケイ酸の施用量

前述のとおり、現在の水田はケイ酸が不足している場合が多い。土壤中の可給態ケイ酸含量を測定し、適正量を施用する（表6）。また、土壤分析値がない場合は、表7を参考に資材を施用する。

表6 ケイ酸の土壤診断値に基づく施肥対応

（北海道施肥ガイド2020より）

| ケイ酸含量 (SiO ₂ mg/100g) | ケイカル施用量 (kg/10a) |
|----------------------------------|------------------|
| 極低い 0~10 | 180~240 |
| 低い 10~13 | 120~180 |
| やや低い 13~16 | 60~120 |
| 基準値 16~ | 0~60 |

表7 土壤区分別ケイカル施用量

（北海道施肥ガイド2020より）

| 土壤区分 | ケイカル施用量 (kg/10a) |
|--------|------------------|
| 低地土（乾） | 90~120 |
| 低地土（湿） | 灰色低地土 120~150 |
| | グライ低地土 150~180 |
| 泥炭土 | 150~180 |
| 火山性土 | 120~150 |
| 台地土 | 120~150 |

- ④ 春のスタートはケイ酸資材の雪上散布から

湿ったほ場で耕起作業を行うと透排水性が悪化し、地温上昇が妨げられ初期生育悪化の原因となる。令和6年秋の乾田化対策を本年の作柄につなげるため、ケイ酸資材施用による融雪促進を積極的に行って欲しい（表8）。

表8 融雪材散布適期

| | |
|-----|-------------------------|
| 1回目 | 最高気温0℃以上、平均気温が-3℃以上となる頃 |
| 2回目 | 降雪があり、積雪深が20cm以上となった時 |

※散布後の積雪深が10cm以内であれば融雪効果は持続します



ウ 紋枯病、疑似紋枯症（赤色菌核病）の多発による倒伏

① 紋枯病、疑似紋枯症の発生状況と防除法

(ア) 近年の7～8月の高温傾向により、紋枯病、疑似紋枯症の発生が各地で見られるようになってきている。本病の発生に倒伏が伴う場合、白未熟粒の発生が増加し、整粒歩合が低下する傾向にある（生育適温は28～32℃、写真6、図17）。



写真6 紋枯病によるなびき

(令和5年9月8日撮影、檜山農改檜山北部支所提供)

(イ) 本病の症状並びに防除法については、「V-I-6 紋枯病と赤色菌核病の発生生態と防除対策」(P92)を参照のこと。

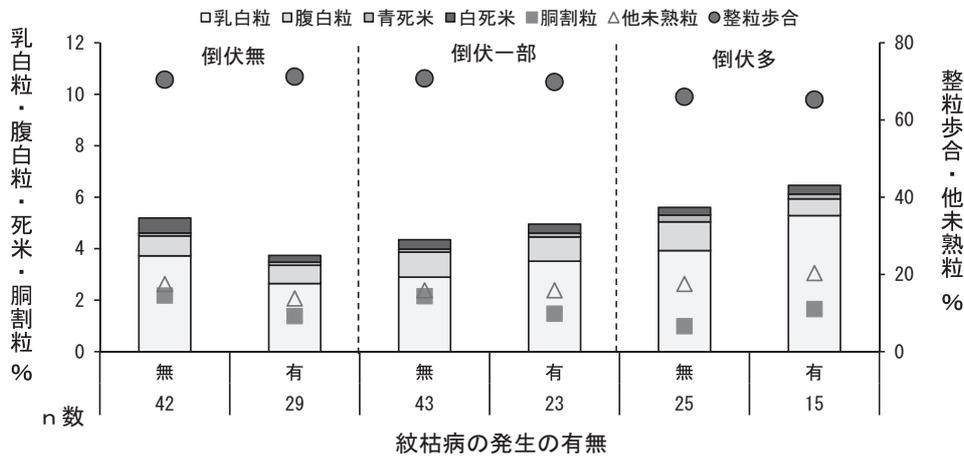


図17 倒伏と紋枯病（疑似紋枯症含む）と白未熟粒の関係

(「令和5年産米の品質実態調査」より)

(3) 地球温暖化が雑草の生育に及ぼす影響と除草剤使用上のポイント

近年、道内においてノビエを中心に、残草する事例が散見されるようになった。これは地球温暖化によって、雑草の生育が早まっていることが一因として考えられる（写真7、8）。



写真7 ノビエに覆い尽くされたほ場
(令和6年9月10日撮影)



写真8 ノビエの倒伏により稲が倒れてしまったほ場
(令和6年9月10日撮影)

ア 代かきから除草剤処理（ノビエ2～3葉期）までの気温

図18は1995～2021年の27年間を9年ごとに3分割し、5月中旬～6月上旬までの平均気温をグラフ化したものである（地点：上川・中央・道南農試）。これによると、平均気温は、年次が進むにつれて高くなっている傾向が見て取れる。またその傾向は、5月下旬と6月上旬で顕著となっている。

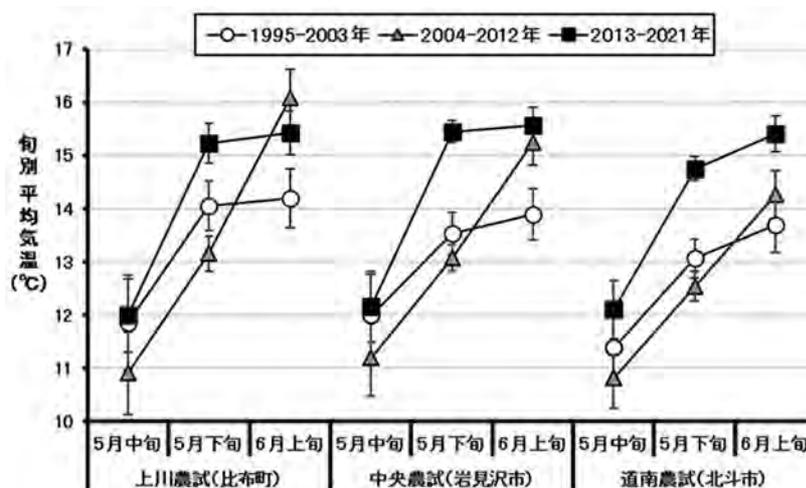


図18 各年代における旬別平均気温の推移 (1995～2021年)

(北海道の米づくり2023より)

イ ノビエの生育、過去との比較

上記3農試では、例年同じように作業が行われており、代かきから移植までの日数変化は小さく、移植日も大きく変わっていない。その一方、ノビエの生育は早まってきており、代かき後に2～3葉期まで成長する日数は短くなってきている。

具体的には、1995～2003年に比べて、直近9年間（2013～2021年）では、3葉期で4日も短くなっている（図19）。温暖化によって気温が高まっていることにより、ノビエの生育が促進され、年次が進むほどその程度が大きくなっていることが見て取れる。

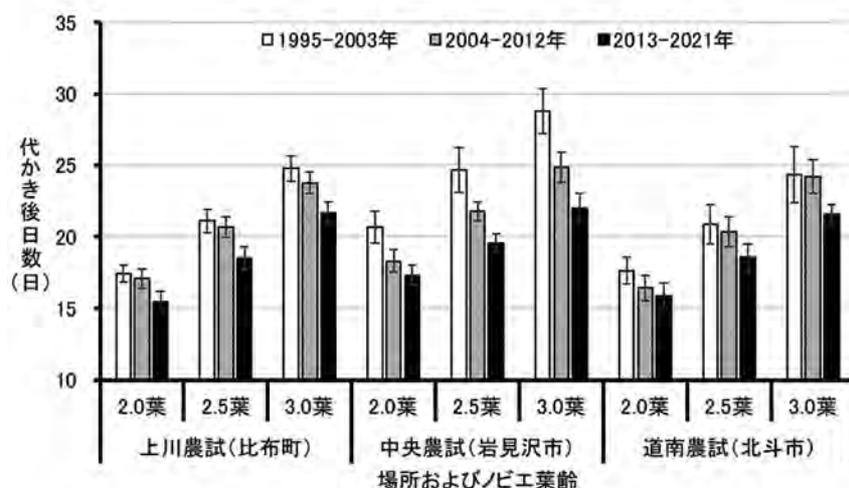


図19 除草剤試験（移植）におけるノビエ葉齢と代かき後日数の関係（1995～2021年）
（北海道の米づくり2023より）

ウ 地球温暖化に対応した除草剤使用上のポイント

近年、高葉齢のノビエ（3～3.5葉期）に効果を有する剤が増加する一方で、温暖化によりノビエの生育は早まっている。また、他の雑草も生育が早まると想定されるので、雑草の生育をよく観察し使用適期内での早めの対応が必要となる。

① 除草剤の殺草効果低下要因

圃場管理面から

- 1 使用時期が遅い（葉齢限界を越えてしまっている）
直播栽培では、稲と雑草の生育差が少ないことが要因となる
- 2 使用条件が不適切（表層浮遊物による拡散不良など）
- 3 持続期間が短い～頻繁な入水、田面露出、砂壤土での使用など

雑草の性質から

- 1 雑草と除草剤の相性（使用する剤の除草草種を把握できていない）
- 2 雑草の発生期間が長い（オモダカ、コウキヤガラなど）にもかかわらず、除草剤の体系処理（初中期一発+後期剤の活用）ができていない

エ ノビエ多発ほ場の防除対策

雑草防除の基本は、シード・バンク（種子の密度）をできる限り小さくすることにある。しかし、令和6年のノビエ多発ほ場においては、このシード・バンクが形成されていることが懸念される。今後数年間は、ノビエが多発することを前提とした雑草管理が必要となる。



写真9 除草剤の使い方次第でノビエの発生量はこんなに違う（令和6年9月10日撮影）

令和7年は、高葉令のノビエにも効果がある剤を選択すると共に、以下のような基本事項を再確認し、適切な管理作業を徹底する（写真9）。

① 除草剤処理前後の水管理ポイント

- (ア) 除草剤散布前に落水口や漏水個所の点検補修を例年より念入りに行い、散布後の田面水をほ場外へ流出させないようにするとともに、漏水田では使用しない。
- (イ) 散布時は完全に止水とし、散布後7日間程度は田面を露出させないようそのまま湛水を保ち、落水やかけ流しをしないことを徹底する。また、やむを得ず止め水期間中に入水する場合は除草剤の処理層を破壊しないよう静かに行う（図20）。
- (ウ) 粒剤では水深3～5cmで散布すること。フロアブル剤、ジャンボ剤その他少量拡散型粒剤等は5～6cmとし、拡散を阻害する藻類・表層剥離が少ないことを確認する。
- (エ) 散布後は、田面が露出したり土壌表面の薬剤処理層を攪拌すると除草効果が低下するため、効果が持続している間は落水や中干し等を行わない。

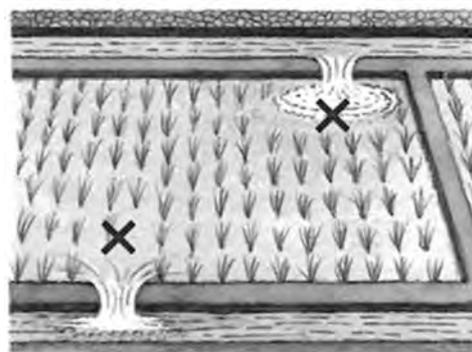


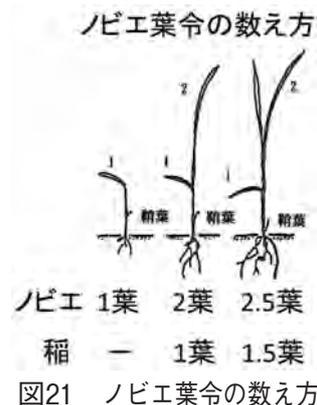
図20 除草剤の散布後の注意事項
効果が低下しやすいので、かんが
い水の掛け流しや流出を防止する
（北海道農業入門【稲作編】より）

② 除草剤使用時期のポイント

(ア) 除草剤の使用方法で示される葉齢

- ・ノビエの葉令は『最高葉齢』をさす。
- ・初生葉を1葉と数えるので稲より1葉多い(図21)。
- ・散布適期を少しでも過ぎると効果は大きく低下するので、早め早めの使用が望ましい。

(イ) また、除草剤の適正使用時期は、代かきから移植までの日数が5日以内として設定されている。このため、この期間が延びる際は、ノビエの葉齢に特に注意し、散布時期を早める等の対策が必要である。



オ SU剤抵抗性雑草の対策

- ・道内では、ホタルイ、アゼナ、ハラオモダカ、オモダカなどで確認されている(写真10~13)。
- ・対策には、SU剤以外の成分を含む剤を使用する(新規ALS阻害剤など)。
- ・SU抵抗性ホタルイは感受性のものより早く発生することが多いので、注意が必要である。



写真10 ホタルイ

種皮は黒色で基部に付く。4~5葉までは線形葉が互生する。5~6葉から細い円柱状の花茎となり小穂をつける。水田では主に種子発生するが、多年生で越冬する個体もある。



写真11 アメリカアゼナ

水面より上に伸長し円卵形の葉が対生する。葉の形状によりアゼナ、タケトアゼナ、アメリカアゼナに分類される。



写真12 ヘラオモダカ

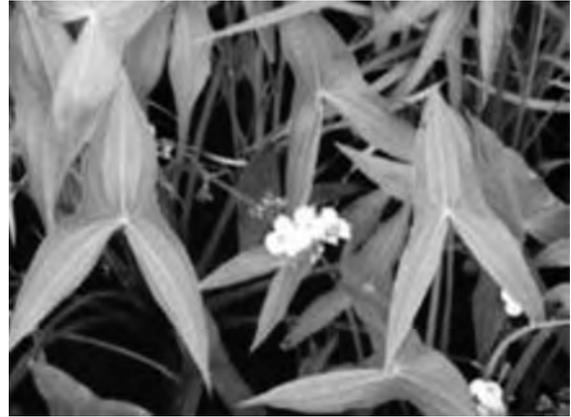


写真13 オモダカ

多年生だが主に種子発生。芽生えはイヌホタルイに似るがやや淡色で幅広な線形葉、次いでヘラ葉、矢尻葉を出す。次いでヘラ葉を出す。

※SU剤とは、スルホニルウレア系の除草剤で広範囲の雑草に優れた効果がある。しかし、本剤の連用などが抵抗性雑草を発生させた一因とされている。

(4) 高密度播種栽培における初期生育向上対策

近年、省力化栽培技術として、高密度播種短期育苗(以下、高密短)や高密度播種中苗(以下、密播中苗)の急速な普及が見られている。これらの技術は、従来の中苗箱マットに比べ、10a当たりの必要箱数が半減できることから、省力・低コスト化の効果は非常に大きい。しかしその反面、1箱当たりの失敗リスクが高くなるとともに、従来の中苗より苗質が劣るため、初期生育が悪化し、これが穂数の減少を招き、減収につながる事例が散見されている。ここでは、本栽培法の苗質・初期生育向上対策を記述するので参考にして欲しい。

ア 高密度播種栽培の基本事項

① 高密短

既存の箱マット苗用の育苗箱を使用し、催芽糞で500~600ml/箱と稚苗より厚播きにする。育苗箱は11~15箱/10a必要である。育苗日数は稚苗より長い15~20日程度とする育苗法である。

② 密播中苗

既存の箱マット苗用の育苗箱を使用し、催芽糞で400ml/箱と稚苗並に厚播きにする。育苗箱は18箱/10a程度必要である。種糞浸漬時に植物成長調整剤を使用し、徒長防止処理を施すため、育苗日数は中苗マット並に30~35日程度確保できる。このため、厚播きにもかかわらず、中苗並からやや劣る程度の移植時苗質が確保できる育苗法である。

イ 苗を徒長・老化させない最大のポイント = 育苗日数の遵守

・ 苗箱内で種糞が密集するため育苗日数の長期化は苗質を急速に悪化させる(写真14)。

高密短 ⇒ 15~20日程度

密播中苗 ⇒ 30~35日程度

を基本に、は種・移植作業の計画をしっかりと練る。

・ 経営規模が大きい場合などは、は種作業を数回に分けるなどの工夫が必要である。



※詳細については、当会HP稲作栽培リーフレット「令和6年水稲育苗管理のポイント」を参照のこと。

↓下記QRコードから

「2 健苗育成のポイント」の表1を確認

写真14 高密度は種の実際 (令和3年、上川農改地域課題解決研修)
左：400ml(密播中苗)、中：500ml、右：600ml(高密短)

※密播中苗は床土が見えるが、高密短になると床土が見えなくなるほど種籾が密集する。

ウ 5月の高温傾向に注意

- ・本技術において、高温障害（ヤケ）や徒長、ムレ苗の発生を防止するためには、ハウス内の温度管理が従来の慣行育苗に比較し、より重要となる。近年は5月上～中旬の気温が高くなる場合が多く、特に注意が必要である（図22）。
- ・過かん水に注意するとともに、出芽揃い後は積極的にハウスの肩換気を行い、第一鞘高の徒長を防止する。
- ・また高密短は、は種時期が5月に入るため、出芽時の高温障害が懸念される。この発生による経営へのダメージは計り知れないものがあるため、細心の注意が必要である。被覆資材を二重にし遮光を強化するなど、発生防止対策に努める。

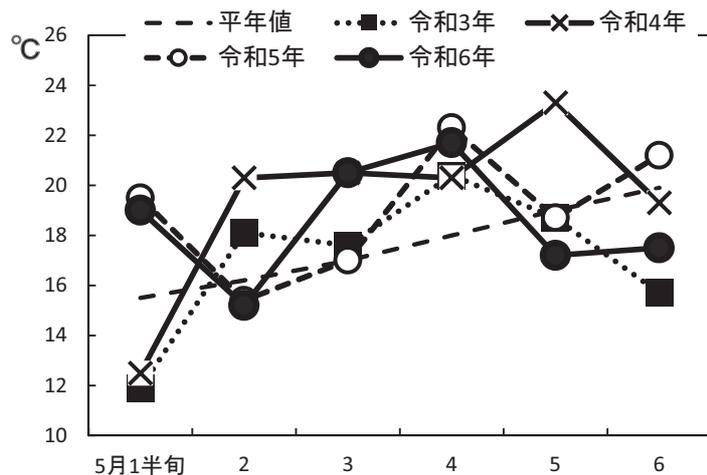


図22 5月の最高気温推移 (岩見沢アメダス)

※近年、5月の最高気温は平年より高く推移することが多い。特に4半旬は注意が必要である。

エ 適正追肥の実施

- ・育苗中の老化を防止し、移植時における苗の窒素含有率（活着のためのエネルギー）を適正にするためには、追肥が必要となる。
高密短 ⇒ 窒素 1 g / 箱当りを1.0~1.5葉期に実施する。

- 密播中苗 ⇒ 窒素 2 g / 箱当りを1.0~1.5葉期と2.0~2.5葉期に2回実施する。
- ・また、追肥作業の省力化と、初期生育向上を兼ね併せるため、は種時に育苗用の緩効性肥料を施用する施肥法も広く用いられている。

オ 適正な代かきと移植

(1) 代かき・移植作業のポイント

- ・移植時の苗が小さく、水没しやすいので、ほ場の均平作業を行うとともに、丁寧な代かきを実施し、移植精度の向上を図る。
- ・移植深は、ほ場のコンディションや場所によってこまめに調整し、深植えとならないように注意する。

(2) 移植作業の基本技術

① 高密短

この育苗様式は、苗が小さく胚乳を残したまま移植されるので、低温活着性が良く早植えが可能である。しかし、早期移植では育苗温度の不足や、移植直後の低温による植え傷み、晩期移植では本田での生育遅延が懸念される。このため、5月31日までを目途に移植を終了する。

② 密播中苗

密播中苗においては、移植時の苗乾物重が中苗マットに比較してやや軽いため、低温・強風条件下での移植を避ける必要がある。

厳禁!! 高密度播種栽培の深植え

本栽培法では、極端に初期生育が不良となる事例が見られるが、深植えが原因となっていることが多い。深植えの場合、令和6年の様な低温下では、低位分げつの発生が抑制され、穂数の減少による収量低下を招くことになる。「浮き苗」を懸念し、深植えとなっていないか、本年の移植作業にあたり注意して欲しい点である（図23）。

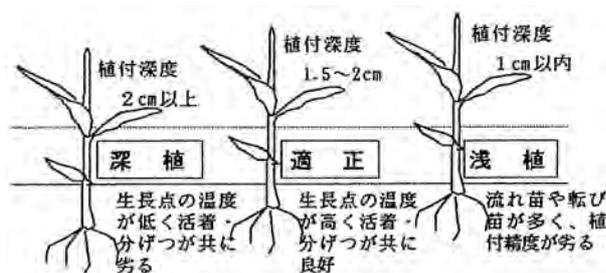


図23 植付深度と苗の生育

(3) 初期の水管理ポイント

- ・浮苗発生防止のため、移植後1日目は入水を避け、2日目以降から水深1～2cmの極浅水管理を開始し、早期の深水管理は避ける。
- ・また近年は、育苗中の高温傾向に対し、5月6半旬から6月1半旬の移植直後に、低温・強風に見舞われることが多い(図24)。令和6年もこの傾向が強く、悪影響が強かった地帯では減収につながった。気象経過をよく読んだ移植・初期の水管理に努めて欲しい。

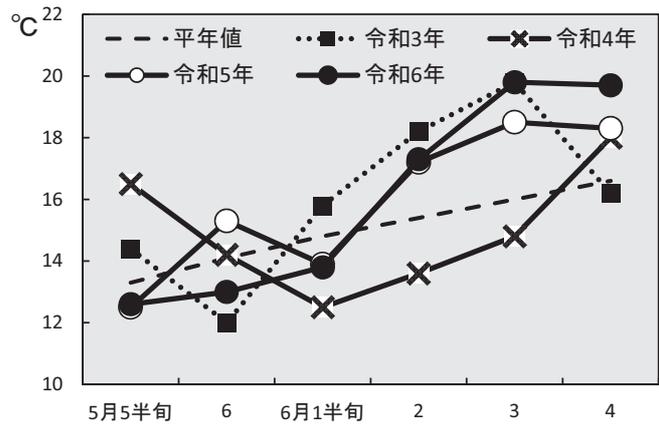


図24 5月5半旬から6月3半旬の平均気温推移
(岩見沢アメダス)

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

Ⅱ

令和6年の水稲(もち米)の生育経過について

全道総括編

1 令和6年の気象経過と作柄状況

2 作柄の概況

3 令和6年産米の特徴

4 収量確保の要因

5 令和7年に向けて

執筆：北海道農政部生産振興局 技術普及課 上川農業試験場駐在
主任普及指導員 内田博康（農業革新支援専門員）

II

令和6年の水稲(もち米)の生育経過について

全道総括編

1 令和6年の気象経過と作柄状況

(1) 農耕期間(4~10月)の気象経過(名寄市)

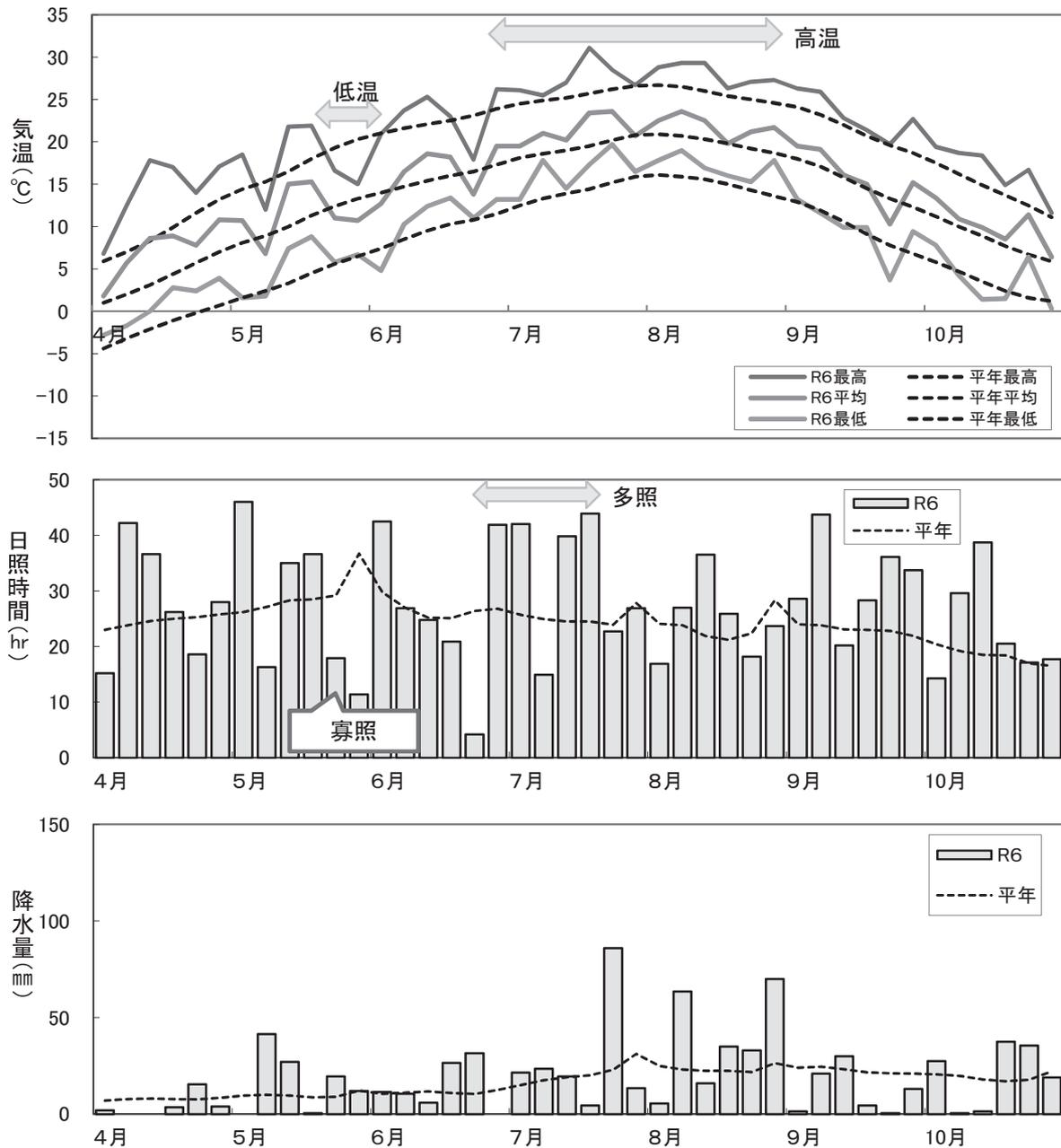


図1 令和6年気象図(名寄アメダス)

2 作柄の概況

令和6年産の北海道米の作柄は、北海道農政事務所公表（令和6年12月10日）による全道の10a当たり平均収量は562kg（ふるい目1.90mm）、作況指数103（やや良）となり、もち米団地のある地域は「良」、「やや良」となった（I 令和6年の水稲（うるち米）の生育経過2ページの図1）。

品質面では、農林水産省公表「米の農産物検査結果（令和6年11月30日現在）」による水稲もち玄米の一等米率は97.4%となった（図2）。また、ホクレン仕分け集荷による一等米出荷率は99.8%（令和6年12月13日現在）と高い値で推移している。

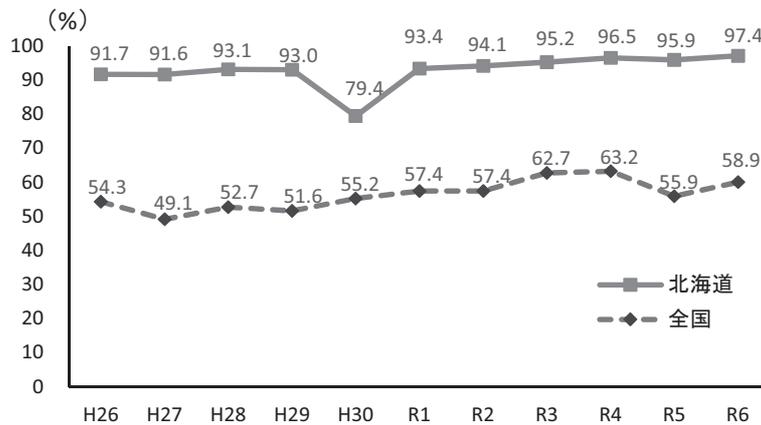


図2 水稲（もち米）の一等米率の推移（北海道と全国）

（農林水産省公表「米の農産物検査結果」の公表値より道技術普及課が作図）

（R6の数値は令和6年11月30日現在の公表値）

3 令和6年産米の特徴

(1) 融雪期から本田耕起

令和6年の根雪終日は上川（旭川）が4月6日（平年対比早1）、留萌4月8日（遅8）、オホーツク（網走）が3月14日（早18）と地域によりばらつきがあったが、融雪後は好天に恵まれ、ほ場の乾燥が進み、耕起作業は平年より早く行われた（表1）。

表1 令和6年水稲（もち米）生育期節・農作業期節（令和6年農政部農作物生育状況調査より）

| 振興局 | 作付面積 (ha) | 作業期節 | | | | 生育期節 | | | | | | |
|--------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | | は種期 | 耕起盛期 | 移植期 | 収穫期 | 出芽期 | 活着期 | 分けつ始 | 幼穂形成期 | 止葉期 | 出穂期 | 成熟期 |
| 上川(名寄) | 3,140 | ±0 | +6 | +2 | +6 | +1 | ▲3 | ▲2 | +2 | +2 | +2 | +6 |
| 留萌 | 688 | ±0 | +4 | +2 | +2 | +1 | ±0 | ±0 | +1 | ▲1 | +2 | +4 |
| オホーツク | 808 | ±0 | +1 | +1 | +8 | ±0 | ±0 | ▲2 | ▲1 | ±0 | +1 | +4 |
| 平均 | | 4/21 | 4/28 | 5/21 | 9/21 | 4/25 | 5/31 | 6/10 | 6/29 | 7/13 | 7/25 | 9/11 |
| | | ±0 | +5 | +2 | +6 | +1 | ▲2 | ▲2 | +1 | +2 | +1 | +6 |

※平年に対する遅速、+は早い、▲は遅い

(2) 育苗期から移植期

は種期は4月21日（±0）と平年並で、出芽期は4月25日（早1）で平年並となった（表1）。5月4半旬までは概ね好天で推移し、移植時の苗質は平年並を確保した。

移植は平年並に始まり、移植期も5月21日（早2）と順調に行われた。

(3) 活着期から幼穂形成期

5月5半旬からの低温・寡照により、徒長した苗を移植したほ場や移植の遅れたほ場で植え傷みや退色が見られた。移植後の活着には日数を要し、活着期は5月31日（遅2）、分けつ始は6月10日（遅2）で推移した。6月に入り天候は回復したものの分けつの発生は緩慢となり、7月1日の㎡当たり茎数は、上川（名寄）で平年比76%、留萌は84%、オホーツクでは86%と少なくなった（図3）。6月5半旬以降は高温・多照となり急激に分けつの発生が見られ、7月15日に㎡当たり茎数が平年並まで回復した。

幼穂形成期は6月29日（早1）と平年並になった。

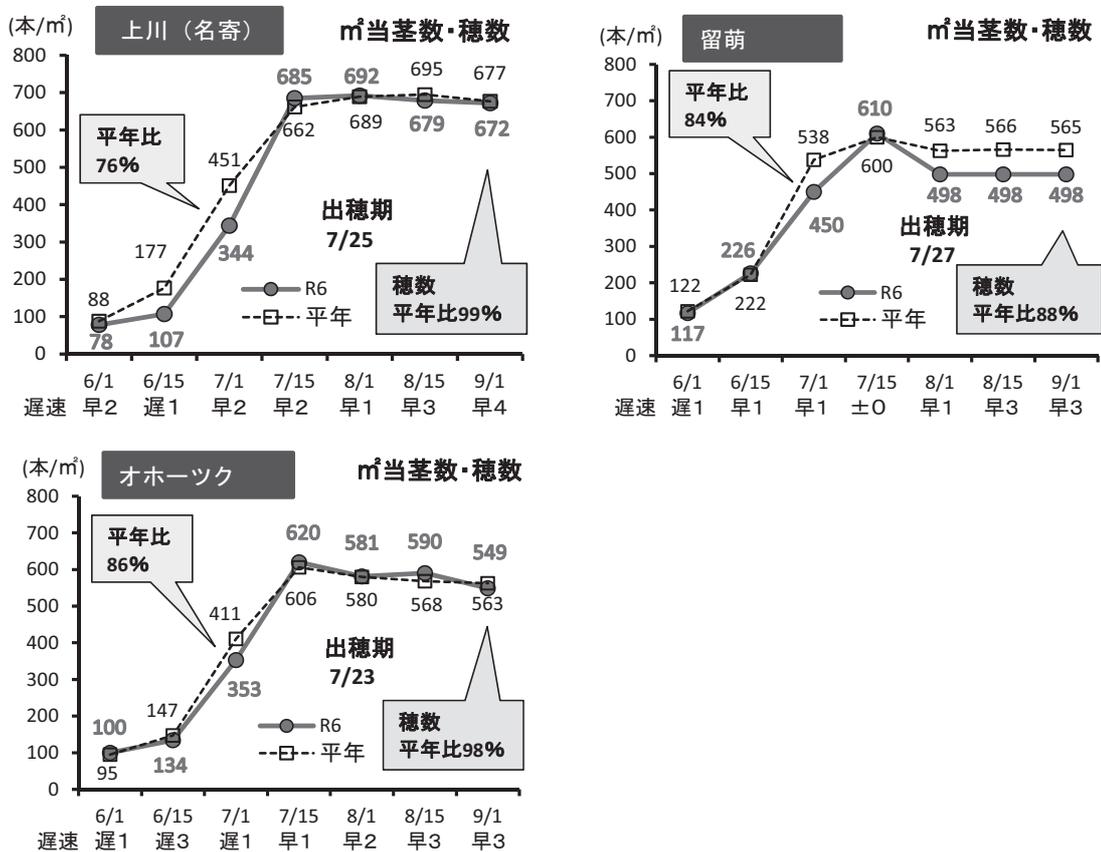


図3 水稻（もち米）の茎数・穂数推移

（左上：上川（名寄）、右上：留萌、左下：オホーツク）

※令和6年農政部農作物生育状況調査より

(4) 穂ばらみ期から出穂期

前歴期間の7月1半旬～7月2半旬から冷害危険期を終える7月4半旬まで高温で推移し、平均気温は平年以上を確保した(表2)。稔実歩合は平年並を確保した。

(5) 登熟期から成熟期まで

7月5半旬以降も気温は平年以上で推移し、出穂・開花、登熟は順調に進んだ。成熟期は9月11日(早6)となった(表1、3)。しかし、8月12日の台風の接近による降雨・強風により、倒伏が発生した。

登熟期間の積算温度、積算日照はともに確保することができた。

表2 前歴期間・冷害危険期の平均気温・積算日照時間

(令和6年と平年の対比)

| | 前歴期間 | | 冷害危険期 | |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 平均気温(°C) | 日照時間(hr) | 平均気温(°C) | 日照時間(hr) |
| 上川(名寄) | 20.5 112% | 67.7 134% | 20.4 107% | 53.7 157% |
| 留萌 | 19.3 109% | 54.5 106% | 19.5 105% | 60.9 172% |
| オホーツク | 21.8 123% | 73.8 144% | 20.6 112% | 47.7 145% |

※令和6年農政部農作物生育状況調査、気象データは上川が名寄、留萌が遠別、オホーツクが北見のアメダスデータより算出

表3 登熟期間の気温・日照時間の令和6年と平年の比較

| | | 出穂期 (月/日) | 成熟期 (月/日) | 登熟日数 (日) | 登熟期間積算温度 (°C) | 出穂後40日間積算 (°C) | 登熟期間積算日照 (hr) | 登熟期間一日当り日照時間 (hr) |
|--------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| 上川(名寄) | R6 | 7/25 | 9/12 | 49 | 1,055 | 882 | 264 | 5.2 |
| | 平年 | 7/27 | 9/18 | 53 | 1,020 | 811 | 250 | 4.6 |
| 留萌 | R6 | 7/27 | 9/16 | 51 | 1,080 | 870 | 339 | 6.5 |
| | 平年 | 7/29 | 9/20 | 53 | 1,027 | 812 | 295 | 4.9 |
| オホーツク | R6 | 7/24 | 9/8 | 46 | 1,012 | 889 | 246 | 5.0 |
| | 平年 | 7/25 | 9/12 | 49 | 987 | 826 | 244 | 4.9 |

※生育期節・登熟日数：令和6年農政部農作物生育状況調査、気象データ：上川が名寄、留萌が遠別、オホーツクが北見のアメダスデータより算出

収量構成要素・決定要素を見ると、m²当たり穂数は上川(名寄)、オホーツクは平年並で留萌が少なく、一穂粒数は各地域で概ね平年並で、m²当たり稔実粒数は上川(名寄)、オホーツクは平年並で留萌が少なかった。しかし、千粒重は各地区とも平年並からやや重く、登熟歩合はオホーツクは平年並で上川(名寄)、留萌は高くなり、このことが収量確保につながった(図4)。

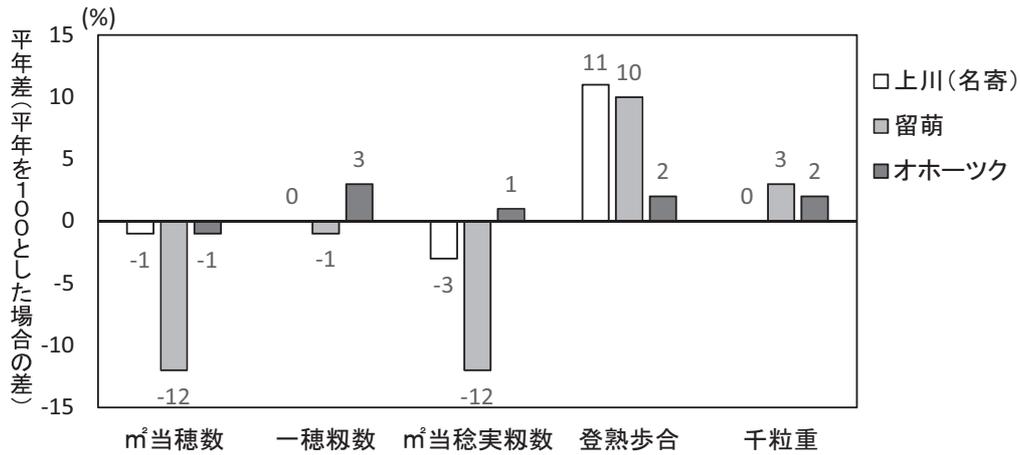


図4 水稻（もち米）の各構成要素の年平均比
(令和6年農政部農作物生育状況調査)

4 収量確保の要因

(1) 初期茎数は不足したが6月後半の天候回復により概ね穂数・総粒数を確保

初期生育が遅れ、茎数の確保が難しい年となったが、6月5半旬以降の高温・多照で平年並の茎数を確保できた。一部不足する地域もあったが、概ね穂数・稔実粒数を確保できた。

(2) 登熟温度、日照を確保

登熟期間は天候に恵まれ、収量の確保に結び付いた。出穂後40日の積算温度は、各地で850℃を超える高温登熟となり（図5）、1日当たりの日照時間も5時間以上を確保し、登熟が進んだ（図6）。登熟歩合が平年以上に高くなり、高収量につながった。

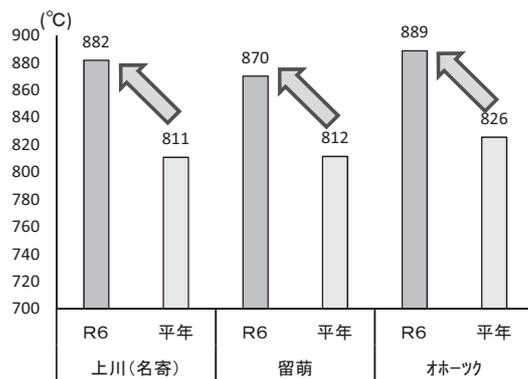


図5 出穂期後40日積算気温
(令和6年と平年の対比)

※令和6年農政部農作物生育状況調査、気象データは上川が名寄、留萌が遠別、オホーツクが北見のアメダスデータより算出

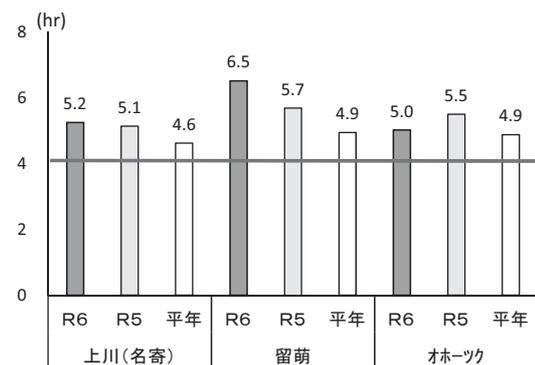


図6 登熟期間の1日当り日照時間
(令和6年、5年と平年の対比)

※令和6年農政部農作物生育状況調査、気象データは上川が名寄、留萌が遠別、オホーツクが北見のアメダスデータより算出

※登熟期間の日照時間が4時間/日以下になると登熟が不良となる(北海道の米づくり(2001年))

5 令和7年に向けて

令和6年は令和5年ほどではなかったものの、同様に高温傾向の年となった。懸念された高温の影響については、ほ場の水分保持をはじめとする適切な栽培管理が実施され、胴割粒の発生等は少なく品質を維持し、高収量を得る良好な結果に結び付いた。しかし、移植後の低温・寡照で初期生育の確保が難しく、高温で推移しなければ挽回できなかった恐れもある。これも令和5年と同様の傾向である。良好な登熟を得るためには、初期生育の確保が重要である。健苗育成と5月25日までの適期移植をあらためて心掛けていただきたい。

また、倒伏が散見された。土壌診断を行い、窒素肥沃度（可給態窒素量）、乾土効果の有無、有機物の施用に応じ適切な施肥量を決定していただきたい。資材の価格は依然として高騰している状況である。コスト削減に向けて施肥設計、作業計画に無理・無駄がないか、あらためて見直しが必要である。

また、高温に対する技術対策については、「水稻うるち米生育経過と本年の取組」の項も活用してほしい。できることから取り組み、令和7年産も良質なもち米生産に努めていただきたい。

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

Ⅲ 令和6年の水稲(直播栽培)の取組について

1 北海道における水稲直播栽培の取組状況

2 令和6年の水稲直播栽培について

Ⅲ

執筆：北海道農政部生産振興局 技術普及課 農業研究本部駐在
主任普及指導員 石岡 康彦（農業革新支援専門員）

III

令和6年の水稲(直播栽培)の取組について

1 北海道における水稲直播栽培の取組状況

北海道の水稲直播栽培には、湛水直播（は種前に湛水を伴うは種様式）と乾田直播（は種前に湛水を伴わないは種様式）の2つの栽培方法がある。平成以降、水稲栽培の省力化に向け、直播栽培への関心の高まりと主食用米の需給緩和が背景となり、栽培面積が増加している。特に平成16年に技術開発された「落水出芽法を用いた水稲直播栽培の安定多収技術」（道総研）は湛水直播への取り組みを後押ししている。また、乾田直播は、種子予措省略による乾籾は種方式が広まり南空知を中心に面積が拡大している。

栽培面積は、平成24年に1,000haを超え1,238haに達した。また、直播栽培に適した「ほしまる」の開発や、直播栽培でも収量性が高い「大地の星」の普及により収量が安定化してきた。近年は、農業者からの水稲省力化栽培のニーズがより一層高まり、低温苗立性が良く、食味も向上した「えみまる」の普及や、飼料用米栽培の拡大により、令和6年は6,278haの作付面積となっている（図1）。

令和6年の振興局別の栽培状況は、空知管内が湛水・乾田直播ともに作付面積が最も多く、全道の約70%を占めている。湛水直播では空知管内に次いで上川管内と道南（渡島、檜山）地域が多くなっている（表1）。湛水直播のは種方式は、専用は種機による条播や点播のほか、ドローンやブームタブラーによる散播など多様な方式で取り組まれている。乾田直播は空知管内の取り組みが全道を牽引しており、田畑輪換の1品目として注目されている。また、石狩管内の乾田直播は360ha（昨年233ha）、胆振管内では106ha（昨年15ha）と導入面積は大幅に増えている。は種機は、専用機や畑作との兼用の施肥付きは種機が利用されている。

栽培品種は、主食用として「えみまる」、飼料用米として「そらゆたか」を主体に栽培されている。

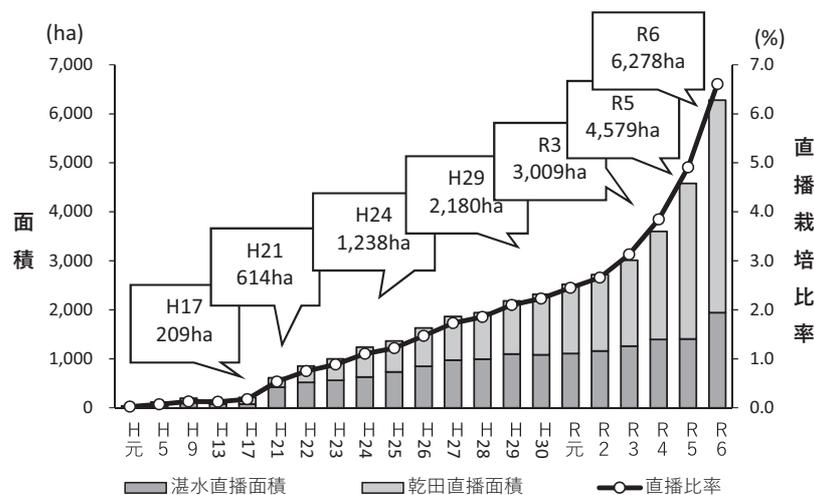


図1 水稲直播栽培面積の推移（道農政部技術普及課調べ）

表1 令和6年度の振興局別水稲直播栽培面積（道農政部技術普及課調べ）（ha）

| 項目 | 空知 | 石狩 | 後志 | 胆振 | 日高 | 渡島 | 檜山 | 上川 | 留萌 | 全道 |
|------|-------|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-------|
| 湛水直播 | 1,063 | 19 | 19 | 25 | 0 | 83 | 63 | 628 | 41 | 1,941 |
| 乾田直播 | 3,366 | 360 | 1 | 106 | 0 | 159 | 132 | 165 | 49 | 4,336 |
| 合計 | 4,428 | 379 | 20 | 131 | 0 | 242 | 194 | 794 | 89 | 6,278 |

※ラウンドの関係で各項目の計と全道計が一致しない。

2 令和6年の水稲直播栽培について

(1) 生育経過

令和6年の積雪量は平年並であったため、融雪は平年並に進んだ。融雪後は晴天が続いたため、ほ場の乾燥は順調に進み耕起作業は平年より早く行われた。

は種作業は、乾田直播、湛水直播とも平年並の4月下旬～5月中旬頃に行われた。出芽は、適度な降雨により順調であったが、5月下旬～6月上旬の低温により出芽から1葉期の生育まで時間を要した。

6月2半旬頃から晴天が続き、 m^2 当たり苗立本数は、概ね目標本数を確保した。高温傾向はその後も続き、分けつ発生は旺盛で生育は早く進んだ。

出穂期は平年より早く登熟も早まったが、8月12日の台風5号の接近や降雨により各地で倒伏が発生した。

9月も高温で推移したため、登熟は良好に進み、成熟期は平年より早い9月上旬から中旬となった。収穫作業は9月2半旬から開始され、収量は平年並～やや多くなったが、倒伏したほ場では登熟歩合が低下し、未熟粒の発生により品質の低下が見られた。

(2) 農業試験場の生育経過

中央農試では5月下旬から6月上旬の低温により、生育は緩慢となった。加えて、表層剥離が多く発生したため、苗立率は平年より低く初期莖数は少なくなった。上川農試では低温と強風の影響で、初期莖数の確保は平年より少なかった。両農試とも6月2半旬以降の好天で出穂期は平年並となったが、断続的な高温で推移したため、成熟期は平年より早まった。

稈長は平年並～やや長い傾向で、穂長は平年並～やや長かった。総粒数は両農試ともに3.6～3.8万粒/ m^2 程度で、不稔歩合は3%未満だった（表2、3）。

表2 道総研中央農試の湛水直播栽培試験結果

品種名「えみまる」

| 年度 | 苗立率 (%) | 初期 茎数 (本/m ²) | 出穂期 (月日) | 成熟期 (月日) | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 穂数 (本/m ²) | 一穂 粒数 (粒) | 総粒数 (千粒/m ²) | 不稔 歩合 (%) |
|----------|------------|---------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 令和元年 | 94 | 1,141 | 8月1日 | 9月18日 | 69 | 15.5 | 867 | 43.4 | 37.6 | 5.7 |
| 令和2年 | 95 | 859 | 8月2日 | 9月16日 | 63 | 14.0 | 906 | 43.5 | 39.4 | 10.2 |
| 令和3年 | 73 | 1,130 | 7月25日 | 9月8日 | 75 | 17.5 | 801 | 51.4 | 41.2 | 2.4 |
| 令和4年 | 93 | 754 | 8月2日 | 9月18日 | 81 | 15.8 | 865 | 48.5 | 42.0 | 5.6 |
| 令和5年 | 92 | 543 | 7月29日 | 9月7日 | 73 | 16.4 | 729 | 50.0 | 36.5 | 4.4 |
| 令和6年 | 58 | 473 | 7月31日 | 9月10日 | 71 | 16.9 | 721 | 49.9 | 36.0 | 2.8 |
| 平年(R元~5) | 89 | 885 | 7月30日 | 9月13日 | 72 | 15.8 | 834 | 47.4 | 39.3 | 5.7 |

道総研中央農業試験場水稲優良品種決定基本調査から抜粋。

栽培方法：落水出芽法による湛水直播栽培。 は種はシードテープ (50粒/m・条間20cm)

表3 道総研上川農試の湛水直播栽培試験結果

品種名「えみまる」

| 年度 | 苗立率 (%) | 初期 茎数 (本/m ²) | 出穂期 (月日) | 成熟期 (月日) | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 穂数 (本/m ²) | 一穂 粒数 (粒) | 総粒数 (千粒/m ²) | 不稔 歩合 (%) |
|----------|------------|---------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 令和元年 | 90 | 1,254 | 7月30日 | 9月19日 | 77 | 14.7 | 903 | 42.1 | 38.0 | 3.8 |
| 令和2年 | 90 | 806 | 8月2日 | 9月15日 | 69 | 14.5 | 828 | 49.4 | 41.1 | 7.9 |
| 令和3年 | 70 | 1,216 | 7月23日 | 9月6日 | 73 | 14.9 | 874 | 41.7 | 36.4 | 2.6 |
| 令和4年 | 84 | 937 | 7月30日 | 9月23日 | 87 | 15.9 | 821 | 52.7 | 43.3 | 5.8 |
| 令和5年 | 90 | 996 | 7月28日 | 9月8日 | 79 | 16.8 | 836 | 42.2 | 35.4 | 3.6 |
| 令和6年 | 73 | 677 | 7月28日 | 9月11日 | 80 | 15.6 | 733 | 52.3 | 38.3 | 2.7 |
| 平年(R元~5) | 85 | 1,042 | 7月28日 | 9月14日 | 77 | 15.4 | 853 | 45.6 | 38.8 | 4.7 |

道総研上川農業試験場水稲優良品種決定基本調査から抜粋。

栽培方法：落水出芽法による湛水直播栽培。 は種はシードテープ (50粒/m・条間20cm)

(3) 主産地の生育経過

苗立本数は妹背牛町（湛水）、岩見沢市（乾田）とも平年より少ない傾向であった。初期茎数は妹背牛町で平年比94%、岩見沢市では114%となった。出穂期は平年並～早い傾向であった。

1穂粒数は平年並～多い傾向であったが、両地区とも穂数が少なかったため、m²当たり総粒数は平年より少なかった。不稔歩合は両地域ともに平年並だった（表4、5）。

登熟期間の台風、降雨により倒伏は多かった。

表4 妹背牛町における湛水直播栽培結果（妹背牛町水稲直播研究会より提供）

| 年度 | 苗立 本数 (本/m ²) | 初期 茎数 (本/m ²) | 出穂期 (月日) | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 穂数 (本/m ²) | 一穂 粒数 (粒) | 総粒数 (千粒/m ²) | 不稔 歩合 (%) |
|------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 令和6年 | 203 | 548 | 7月28日 | 69 | 15.3 | 751 | 46.3 | 34.8 | 6.9 |
| 平年 | 236 | 586 | 7月28日 | 65 | 15.6 | 873 | 42.4 | 36.8 | 7.2 |

妹背牛町水稲直播研究会、JA北いぶき、妹背牛町が行っている調査データを用いた。

令和6年：「えみまる」

平年：平成29～令和3年の平均、平成29～令和元年は「ほしまる」「えみまる」、令和2年以降は「えみまる」のデータを基に作成。苗立本数：6月6～13日、初期茎数：6月25～27日の調査。

表5 岩見沢市における乾田直播栽培結果（J Aいわみざわ水稲直まき研究会より提供）

| 年度 | 苗立 本数 (本/m ²) | 初期 茎数 (本/m ²) | 出穂期 (月日) | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 穂数 (本/m ²) | 一穂 粒数 (粒) | 総粒数 (千粒/m ²) | 不稔 歩合 (%) |
|------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 令和6年 | 194 | 1,153 | (7月31日) | 75 | 17.2 | 753 | 48.0 | 36.1 | 4.3 |
| 平 年 | 225 | 1,010 | (8月 8日) | 72 | 16.0 | 893 | 48.3 | 42.4 | 8.8 |

J Aいわみざわ水稲直まき研究会、J Aいわみざわが行っている定点調査・各種試験調査データを用いた。

令和6年：「えみまる」

平 年：平成29～令和3年の平均、平成29～令和元年「えみまる」「ほしまる」「大地の星」、令和2、3年「えみまる」「大地の星」のデータを基に作成。出穂期は調査点数が少なく、令和6年と平年の（ ）はデータ数が不足するため参考値。苗立ち本数は6月15日前後、初期茎数は7月15日前後の調査。



写真1 湛水直播 ドローンは種にチャレンジ
(撮影：5月17日 妹背牛町)



写真2 湛水直播「えみまる」 苗立ちの状況
(撮影：6月12日 妹背牛町)



写真3 乾田直播「えみまる」初期生育の状況
(撮影：6月25日 岩見沢市)



写真4 乾田直播「えみまる」 登熟の状況
(撮影：8月28日 岩見沢市)

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

Ⅳ 良食味米を目指した土壌管理、施肥技術

1 圃場、土壌管理技術

2 適正な窒素施肥（施肥量と施肥法）

3 施用有機物のリン酸肥効

4 ケイ酸質資材の施用

5 「タンパクマップ」から考える

6 「ゆめぴりか」の品質・食味管理目標に対応した栽培指標

7 高密度播種中苗を利用した苗箱数削減による省力化

8 高密度播種短期育苗を利用した育苗期間短縮と苗箱数削減による省力化

9 酒造好適米「吟風」、「彗星」の栽培特性と品質改善対策

10 復元田における施肥

執筆：（地独）北海道立総合研究機構 農業研究本部 中央農業試験場 水田農業部
水田農業グループ 主査（栽培環境） 齋 藤 優 介

Ⅳ

良食味米を目指した土壌管理、施肥技術

1 圃場、土壌管理技術

(1) 透排水性の改善

1) 透排水改善の意義

水田は、水を張ることを前提に造成されているが、代かき後も適度な縦浸透がある方が水稲の生育にとっては都合が良い。湛水期間中に土壌に浸透する水は、溶存した酸素を含んでいる。水稲根は、維管束から酸素を得ることができるため土壌からの酸素を必要としないが、酸化還元電位が下がり、土が酸欠状態になると硫化水素などの有害物質（ワキ）が生成される。それにより、根の活性が低下し、生育や収量・品質に悪影響をおよぼす。土壌に酸素を供給し、ワキを軽減するには適度な透水性が必要である。また、田面で温められた水が土壌中に浸透することにより地温が上昇する。春の温度が低い本道の稲作にとって、地温の上昇は初期生育の向上に寄与する。

透排水性が良い水田では、落水期間中に酸化鉄による酸素の蓄積や乾土効果による地力窒素の前倒し供給が期待できる。さらに、狙った時期に落水・中干しが可能となるとともに、収穫前の落水も遅らせることができるなど作業性が向上する。登熟中後期に土壌水分が確保できれば、登熟が良好となりデンプンが米粒にしっかり蓄積される。これらのことが総合して、産米の収量向上やタンパク質含有率の低下につながる（図1）。

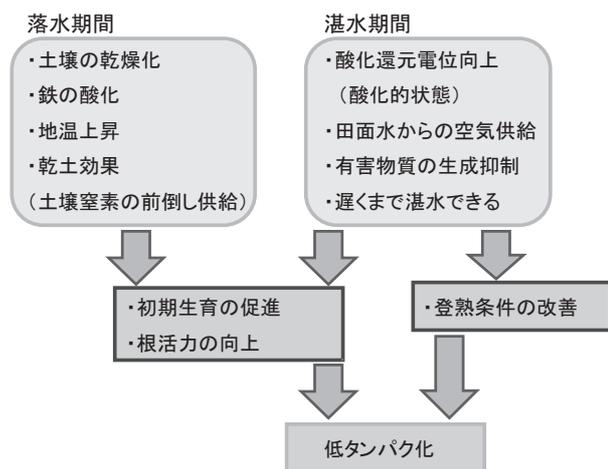


図1 透排水性改善の意義

2) 透排水不良の原因

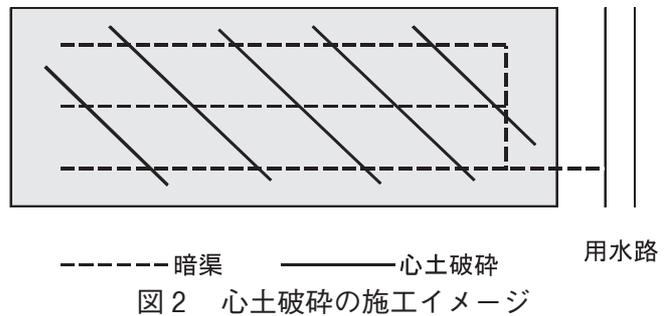
北海道の水稲では、先述したように排水性不良が生育や収量・品質に大きく影響をおよぼす。透排水性を悪化させる要因として、作業機による作土下の堅密化があげられ、近年の農業機械の大型化がそれを助長している。作業時に土壌が湿っているとその影響はより大きく、春期の耕起、碎土作業を過湿な条件で行うと、練り返しや踏圧によって土層の亀裂をつぶして排水性を低下させる。このことは、秋起し時も同様で、強度の練り返しが発生すると土塊の間に融雪水がたまって春の乾きを悪くする。また、収穫時に多水分条件でコンバインを動かすことも、土の練り返しによって亀裂をつぶす。高品質米の生産にとって適期収穫は大前提ではあるが、その中でもなるべく乾いた条件で収穫できるようにしたい。

3) 排水不良の改善対策

排水不良田の改善対策は、まずは土層全体の地下水位を下げることである。次に、下層土の堅密層を破碎すること、圃場表面の停滞水を迅速に排除することなどが必要で、概念としては土に亀裂を入れ、できた亀裂を大切にすることと、湛水期間以外には水を溜めないことである。

土層全体の地下水位を下げるには、基盤整備による明・暗渠の効果が高い。暗渠の効果を維持するには、営農的な有材補助暗渠の設置や心土破碎が有効で、それらには堅密層を破碎する効果がある。なお、有材補助暗渠の効果は長期間におよぶが、心土破碎の効果は短期的であり状況によっては毎年の施工が望まれる。

営農的に施行できる心土破碎は、水稻収穫後に行う。施工間隔は90cm程度とし、既設暗渠管を傷めない深さ（40cm程度）で実施する。効率的に排水するには、暗渠と交わるように施工するとともに、圃場が乾いている時期に、できるだけゆっくりと施工する（図2）。収穫後に心土破碎を施工できなかった場合は、融雪剤散布前の雪上心土破碎を検討する。その際の施工時期は3月、施工深が30～40cm程度となる頃が適当である。



また、圃場内作溝明渠を圃場の周囲や圃場内に作溝し（溝切り）、表面停滞水を集めて排水する（図3）。この場合、溝を明渠（本明渠）や落水口につなぐなど、集めた水を圃場外に排出する工夫を怠ると、十分な効果が得られない。施工時期は水稻収穫後が望ましく、融雪水のみならず、秋期の降雨による停滞水の排水にも効果を発揮する（図4）。

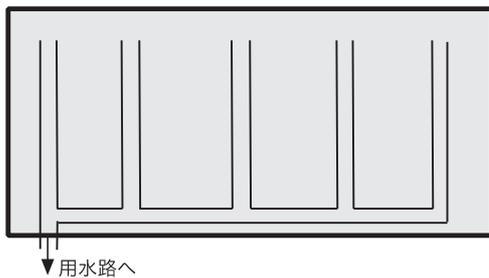


図3 溝切りの施工例



図4 秋期の溝切り施工

過剰な代かきは透水性低下の大きな要因の一つであるが、代かきが不足すると十分な移植精度は得られない。表1には、慣行の代かき作業に変えて、試作した代かき用の牽引板をトラクタで引いた事例を示した。均平度は劣ったが移植精度には問題が無く、タンパク質含有率は処理開始初年目から0.5%程度低下し、収量も2年目には慣行処理を上回った。代かきを軽く行う効果が亀裂をある程度残し、土壌の透水性を徐々に高めたものと思われる。

無代かきは、透水性が高まる反面、土壌窒素の無機化が遅れ、また苗を移植する際の精度が低下する場合がある。しかし、新たな機械投資を必要としないため、まずは小面積で試みて、様子をみながら改良を重ねていくことができる。良い成績が得られれば、タンパク質含有率の低下ばかりでなく省力化にもつながる。田畑輪換では、土壌の透排水性悪化は特に畑作物の収量減につながる場合が多く、無代かきは有効である。

表1 代かきの工夫による透水性の改善が収量およびタンパク質含有率におよぼす効果

| 処理 | 心土破碎 | 耕起 | 砕土 | 代かき |
|----|----------------|---------|----------|------|
| 慣行 | サブソイラ 40cm | ディスクプラウ | ロータリハロー | ロータリ |
| 改善 | チゼルプラウ 20cm | 15cm | アッパーロータリ | 牽引板 |

| 年度 | 精玄米収量 kg/10a | | タンパク質含有率 % | |
|-----|-----------------|-----|---------------|-----|
| | 慣行 | 改善 | 慣行 | 改善 |
| H12 | 577 | 556 | 8.3 | 7.7 |
| H13 | 473 | 513 | 8.4 | 7.9 |

空知支庁実施

(2) 融雪促進と圃場の乾燥化

融雪を促進し圃場の乾燥を促進させることは、春期の耕起砕土作業等を予定通り実施する上で重要である。土壌の乾燥が進めば乾土効果が見込め、土壌窒素の無機化が促進して水稻の初期生育向上につながる。加えて、乾燥期間が十分確保されると、土壌への通気が促進され、酸化鉄の形で酸素が土層中にため込まれる。この酸素は、湛水期間における作土の土壌還元（ワキ）を抑える働きをもたらす。それにより、水稻の根が健全に生育するとともに機能が維持され、生育、収量、品質を高める。一方、土壌の鉄が不足する圃場では、鉄資材の施用や鉄含量に富む土壌を客土することで改善できる（「鉄・ケイ酸レベルの向上による水田地力の増進技術（平成14年普及奨励事項）」）。

融雪剤散布による融雪促進効果は、気象条件によるが1週間から10日程度とされる（図5）。資材はケイ酸質資材など土壌改良を兼ねるものが望ましい。融雪剤の散布時期は気温が高まる3月中旬頃が適し、気温の目安としては最高気温が0℃以上、最低気温が-3℃以上である。なお、散布後の

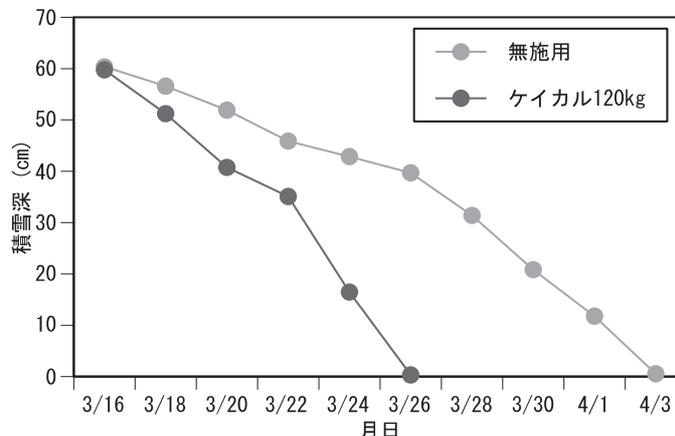


図5 ケイカルの融雪剤としての施用効果

降雪が10cm以内であれば効果に影響しない。圃場内の融雪水を迅速に排除するためには、先に述べた排水改善の対策を実施していることが望ましい。

(3) 稲わらの取扱い

稲わらを鋤込むと、土壌中での分解過程で酸素を消費するので、土壌の酸欠状態（土壌還元）を促進する。その結果、硫化水素などの有害物質が生成されるとともに、わら自体からも安息香酸などの有害物質が発生することが知られている。それによって根の活性が低下（根傷み）して、養水分吸収が円滑に進まなくなり、生育、収量、品質が低下する場合がある（図6）。また、稲わらには窒素が含まれる。鋤込まれた稲わらの窒素は、地温が上昇する7月中旬以降になってから稲に吸収される割合が多いので、タンパク質含有率を高める要因となる（図7）。特に、不稔歩合が高い年の稲わらには平年以上の窒素分が含まれるため、よりタンパク質含有率を高める危険性がある。次年の高品質米生産のためには、留意する必要がある。

しかしながら、地力の維持、土壌の物理性改善さらには温室効果ガスになる炭素源を土壌に維持・蓄積させる観点から、稲わらの秋鋤込みが推奨される場合がある。その際は、収穫後できるだけ早い時期に土壌表面に混和し分解を促す。なお、稲わらを鋤込んだ場合には、その量に応じた窒素とカリの減肥が必要である（表5参照）。

圃場表面に残された稲わらは分解が遅れ、水稻の生育期間における悪影響を助長するのみならず、水分を保持し、また土壌表面を覆うことによって土壌の乾燥を妨げる。また、稲わらを収集した場合、圃場の近傍に野積みすることは病害の感染源となる場合があるので、そのまま放置することは避ける。

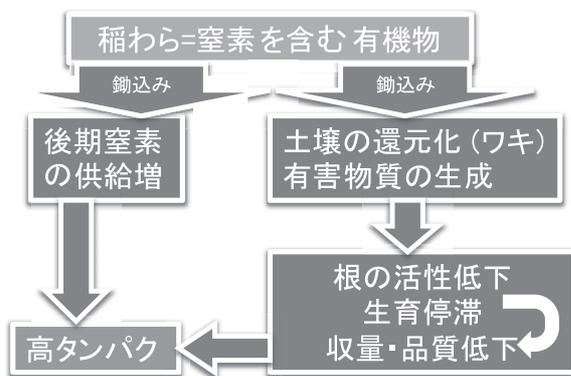


図6 稲わら鋤込みはあまり良くない

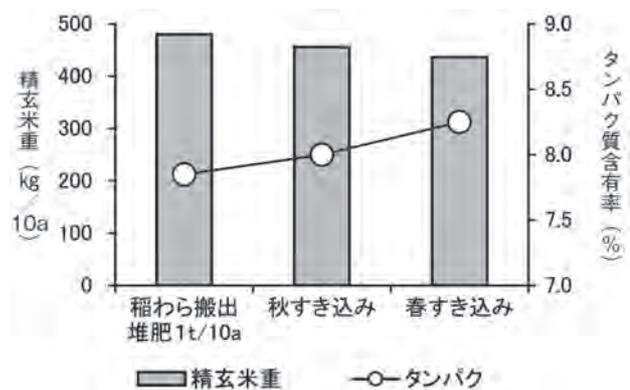


図7 稲わらすき込みが収量およびタンパク質含有率におよぼす影響（中央農試）

2 適正な窒素施肥（施肥量と施肥法）

(1) 低タンパク質含有率化に向けた考え方

1) 窒素吸収量の適正化

水稻によって吸収された窒素の70%程度は、米粒中でタンパク質として集積する。そのため、水稻の生育にとって過剰な窒素は、タンパク質含有率を高めて食味を低下させる。適正な窒素吸収量は、9（低収地帯）～11（高収地帯）kg/10a程度である。水稻が吸収する窒素は大きく土壌由来と肥料由来の2つに分けられる。泥炭土や稲わらを連用した水田など土壌の窒素供給量が多い場合には、それに対応して窒素施肥量を少なくし、逆に土壌窒素供給量が少ない場合は、その分、施肥量を多くする必要がある（図8）。

窒素施肥を単に少なくすれば低タンパク質含有率が実現できるわけではない。窒素施肥量が少なすぎると、初期生育が悪くなり十分な子実収量が得られず、かえってタンパク質含有率を高める。これを避けるには側条施肥を導入する、あるいは側条施肥割合を高めることで対応する。全層施肥に比べて側条施肥は稲株の近くに高濃度で窒素を施肥することができるため、初期生育を促進するとともに施肥量を低減することが可能となり、収量を落とさずに低タンパク質含有率を達成することができる。

いずれにしても窒素施肥量を決めるに当たっては、多すぎず少なすぎない量を見極めることが大切である。そのためには、土壌の窒素供給量を正確に知る必要がある。その手段の1つが土壌窒素診断である。診断の結果とこれまでの生育、タンパク質含有率、収量の実績から、タンパク質含有率を低減する方向に施肥改善することが重要である。

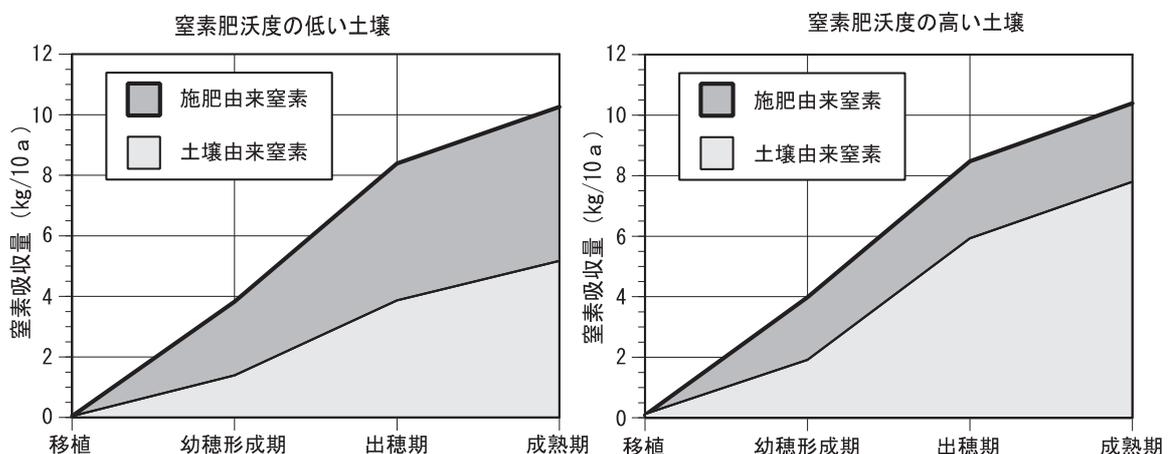


図8 土壌の窒素肥沃度に対応した水稻窒素吸収量の差異

*土壌由来窒素：窒素肥料を施用しない場合の窒素吸収量

2) 乾物生産量の増大

窒素の吸収量が等しい条件であれば、収量が多い方がタンパク質含有率は低下する。水管理、健苗の利用など窒素施肥量を増やさない技術で多収を得ることは、タンパク質含有率を下げることにつながる。肥料の分野では、ケイ酸質肥料の施用がこれにあたる。ただし、低タンパク質含有率化技術としてのケイ酸施用は適切な窒素施肥量を前提としている

と考えるべきで、窒素供給量が多き場合にはケイ酸施用が生育改善のみならず、窒素吸収促進につながり、かえってタンパク質含有率を高めてしまうこともある。

(2) 窒素施肥量の適正化

圃場ごとの窒素施肥量は、1) 施肥標準量、2) 土壌窒素診断に基づく施肥対応、3) 有機物施用に伴う施肥対応、4) 乾土効果の評価、による設定が望ましい。以下には、「北海道施肥ガイド2020」で示される適正窒素施肥量の設定方法について述べる。なお、窒素減肥は基本的に全層施肥部分から行い、減肥後の窒素施肥量は初期生育を確保するため、4 kg/10 a を下限とする。詳細については「北海道施肥ガイド2020」を参考にされたい。

1) 施肥標準量

施肥標準は、地帯区分および土壌区別の基準収量と、各基準収量に対応する土壌区別の施肥標準量を示したもので、施肥標準量の算定にあたっては、まず表2において対象とする地帯区分・土壌区分の基準収量を確認の上、表3において基準収量に対応する施肥標準量を求める。基準収量が対象とする圃場の収量と乖離している場合は、窒素施肥量を $\pm 0.5 \text{ kg}/10 \text{ a}$ の範囲で増減する（収量で $\pm 30 \text{ kg}/10 \text{ a}$ 相当）。なお、窒素の施肥標準は、中庸な地力水準において全量全層施肥により白米タンパク質含有率7.0%以下の安定生産を目標とした施肥量である。

表2 地帯別・土壌別基準収量（北海道施肥ガイド2020）

| 地帯区分 | 地帯名 | 基準収量(kg/10a) | | | | |
|------------------------|---|--------------|--------|-----|------|-----|
| | | 低地土(乾) | 低地土(湿) | 泥炭土 | 火山性土 | 台地土 |
| 8A, 9A | 空知中西部および空知北部、上川中央部 | 570 | 570 | 570 | 540 | 540 |
| 7A, 8B, 9B | 石狩北部および空知中南部、空知東部山麓、上川中北部および富良野 | 540 | 540 | 540 | 510 | 510 |
| 3A, 5, 6, 7B, 10A, 11 | 後志羊蹄山麓、檜山北部および後志日本海沿海、石狩沿海および留萌南部、石狩および空知南部、上川北部A、留萌中部・上川最北部の一部 | 510 | 510 | 510 | 480 | 480 |
| 1, 2, 4, (8B), 9C, 10B | 檜山・渡島南部および伊達市伊達区周辺、内浦湾・胆振沿海および石狩南部、日高、(夕張)、富良野南部および日高山麓、上川北部B | 480 | 480 | 480 | 450 | 450 |
| 3B, 13, 14, 16 | 豊浦および南羊蹄、オホーツク内陸、オホーツク東部沿海、十勝中央部 | 450 | 450 | 450 | 420 | 420 |

注1 「基準収量」は、過去10年（平成21～30年）の統計収量に基づいて設定した（ふるい目：1.70mm）。

表3 基準収量に応じた施肥標準量（北海道施肥ガイド2020）

| 基準収量 (kg/10a) | 全量全層施肥におけるN施肥量(kg/10a) | | | | | P ₂ O ₅ (kg/10a) | K ₂ O (kg/10a) |
|------------------|------------------------|--------|-----|------|-----|---|------------------------------|
| | 低地土(乾) | 低地土(湿) | 泥炭土 | 火山性土 | 台地土 | | |
| 420 | — | — | — | 7.5 | 6.5 | 8.0 | 8.0 |
| 450 | 7.5 | 7.0 | 5.5 | 8.0 | 7.0 | | |
| 480 | 8.0 | 7.5 | 6.0 | 8.5 | 7.5 | | |
| 510 | 8.5 | 8.0 | 6.5 | 9.0 | 8.0 | | |
| 540 | 9.0 | 8.5 | 7.0 | 9.5 | 8.5 | | |
| 570 | 9.5 | 9.0 | 7.5 | — | — | | |

注1 各地帯区分・土壌区分の基準収量に応じ、施肥量を算定する。

注2 実際の各圃場の収量水準に応じ、窒素施肥量を±0.5 kg/10a の範囲で増減する。

注3 全層・側条組合せ施肥を実施する場合の窒素施肥は、側条施肥を 3.0～4.0 kg N/10a 程度とし、総窒素施肥量を表の値から0.5 kg/10a 減肥する。

2) 土壌窒素診断に基づく施肥対応

土壌窒素診断に基づく基肥窒素施肥対応では、窒素肥沃度を湛水培養窒素（40℃、1週間培養法）で評価し、窒素肥沃度水準に応じて施肥標準量から+0.5～-1.0kg/10a の範囲で増減する（表4）。算出される窒素施肥量は、全量全層施肥により白米タンパク質含有率7.0%以下の安定生産を行うための値であり、白米タンパク質含有率6.5%以下を目標とする場合は、基本技術（側条施肥、健苗育成、適期移植、栽植密度向上、水地温上昇対策、登熟中後期の土壌水分確保など）が実行されることを前提に、全層施肥部分からさらに0.5kg/10a の窒素減肥を行う。

湛水培養窒素は土に含まれる有機態の窒素のうち、短期間で無機化するものを評価しており、稲わらなどの有機物を長期間鋤込むと増加し、逆に有機物を長期間施用しないと低下するが、短期的な変化は小さい。診断のための土壌の採取時期は分析にかかる時間を考慮すると、収穫後から積雪前までが望ましい反面、融雪後土壌が乾燥し始めると乾土効果として発現する窒素の一部が分析値に反映されるので、この時期は土壌採取時期として適切ではない。

施肥量の適正化のためには土壌窒素診断に基づくことが望ましいが、土壌診断を実施できない場合には、「生産情報に基づく水稻の成熟期窒素吸収量推定と施肥設計への応用（平成18年指導参考）」を参考に窒素施肥量を設定する。

表4 土壌窒素肥沃度水準による窒素施肥対応（一部）（北海道施肥ガイド2020から抜粋）

| 地帯区分 | 地帯名 | 土壌区分 | 施肥標準に対する施肥窒素増減量 (kg/10a) | | | |
|------|---------------|--------|--------------------------|-------|-------|-------|
| | | | +0.5 | 0 | -0.5 | -1.0 |
| | | | 土壌窒素肥沃度水準の区分 (mg/100g) | | | |
| | | | 低 | 中位 | やや高 | 高 |
| 7B | 石狩および 空知南部 | 低地土（乾） | ～8.0 | ～12.0 | ～14.0 | 14.0～ |
| | | 低地土（湿） | ～7.0 | ～14.0 | ～16.0 | 16.0～ |
| | | 泥炭土 | ～6.0 | ～13.5 | ～16.0 | 16.0～ |
| | | 火山性土 | ～9.5 | ～13.0 | ～15.0 | 15.0～ |
| | | 台地土 | ～3.0 | ～9.0 | ～11.5 | 11.5～ |

注1 窒素肥沃度：可給態窒素量（40℃ 1週間培養法）。

注2 窒素減肥は、全層施肥部分から行う。なお、減肥後の窒素施肥量は初期生育を確保するため、4kg/10aを下限とする。

注3 白米タンパク質含有率6.5%以下を目標とする場合は、基本技術（側条施肥、健苗育成、適期移植、栽植密度向上、水地温上昇対策、登熟中後期の土壌水分確保など）が実行されることを前提に、全層施肥部分からさらに0.5kg/10aの窒素減肥を行う。

【出典】「低蛋白米生産をめざした水田土壌窒素診断の手引き（平成10年道農政部）」

3) 有機物施用に伴う施肥対応

有機質肥料を用いた場合にはもちろんのこと、堆肥などの有機物を施用した場合にも、有機物の種類および連用年数に応じて減肥する（表5）。なお、堆肥や稲わらを長期間施用すると、土壌肥沃度とその効果が反映される。そのため、土壌診断に基づく施肥対応を実施する場合は、堆肥・稲わらを5年以上連用している場合でも単年度施用の減肥可能性を用いる。

表5 有機物施用に対応した窒素、カリの減肥量（北海道施肥ガイド2020から抜粋）

| 有機物の種類 (標準的な施用量) | 連用年数 | 窒素減肥量 (kg/10a) | リン酸減肥量 (kg/10a) | カリ減肥量 (kg/10a) |
|--------------------------------|------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 稲わら堆肥 (現物 1 t/10a) | 1～4 | 1 | 4 | 2 |
| | 5～9 | 1.5 | | |
| | 10～ | 2 | | |
| 家畜ふん堆肥 (現物 1 t/10a) | 1～4 | 1.5 | - | 4 |
| | 5～ | 2 | | |
| 稲わら直接すき込み (400～600kg乾物/10a) | 1～4 | 0～0.5 | - | |
| | 5～9 | 1 | | |
| | 10～ | 2 | | |

注1 窒素肥沃度による施肥対応（表4）を行う場合は、堆肥・稲わらを5年以上連用している場合でも単年度施用の減肥可能性を用いる（連用効果の重複評価を避けるため）。

4) 乾土効果の評価

乾土効果は、水田土壌を一旦乾燥してから湛水すると、無機態窒素量が増加する現象である。前年秋期および当年融雪後に、平年よりも土壌が乾燥した場合にはこの効果を評価し、窒素減肥する（表6）。

表6 乾土効果に対応した窒素の減肥量 (kg/10a) (北海道施肥ガイド2020)

| 圃場の乾湿の程度 | 窒素肥沃度水準 (mg/100g) | | | 備考 |
|-----------------|-------------------|-------|------|----------------------|
| | 10未満 | 10~14 | 14以上 | |
| 著しく乾燥 (水熱係数0~2) | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 基肥からの減肥量 (kg/10a) |
| 乾 燥 (水熱係数2~3) | 0.5 | 0.5 | 1.0 | |
| やや 乾燥 (水熱係数3~4) | 0.0 | 0.5 | 0.5 | |
| 平年並~湿 (水熱係数4~) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

注1 前年秋期(9月1日~10月31日)および当年融雪後(4月11日~5月10日)に、平年よりも土壌が乾燥している場合に適用する。

注2 水熱係数は以下の式から算出する。

$$\text{水熱係数 (mm/°C日)} = 10 \times \Sigma P_r / \Sigma T_{10}$$

ΣP_r : 前年9/1~10/31および当年4/11~5/10の、積算降水量 (mm)

ΣT_{10} : 前年9/1~10/31および当年4/11~5/10の、日平均気温10℃以上の日の積算気温 (°C)

注3 窒素肥沃度水準は可給態窒素量 (40℃ 1週間培養法)。

注4 窒素減肥は、全層施肥部分から行う。なお、減肥後の窒素施肥量は初期生育を確保するため、4kg/10aを下限とする。

【出典】「気象・土壌情報を活用した水稻生育予測及び窒素施肥対応 (平成10年指導参考)」

(3) 施肥法の適正化

1) 土壌及び気象条件を考慮した施肥法 (基肥) の選択

水田に対する施肥法は図9のように整理される。北海道は府県に比べて初期生育が重要視されることから、施肥法は基肥重点とする。土壌診断を前提に分追肥を行う施肥体系も示されているが、適用場面は限定的である。

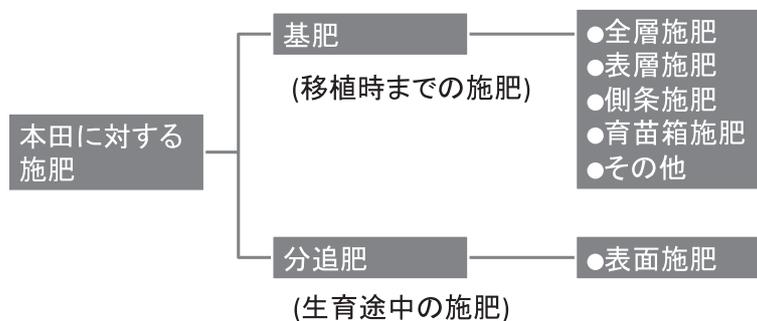


図9 水田に対する施肥法

基肥としては「全層施肥」と「側条施肥」が代表的で、全層施肥は初期の吸収がやや劣るが、肥効が持続する(後優り的生育になる)傾向がある。一方、側条施肥は初期生育の向上効果が高く、肥料の利用効率も高いが、生育中期以降に肥切れとなる傾向がある。土壌の特徴や気象条件などを考慮し、全層施肥と側条施肥を組合せることが望ましい。

全層・側条の組合せ施肥を実施する場合の窒素施肥は、地帯、土壌によらず側条施肥を3.0~4.0kg/10a程度にするとともに、総窒素施肥量を全層施肥のみの場合から0.5kg/10a減肥する(表3脚注参照)。

2) 施肥改善（窒素減肥）時の対応

窒素減肥を行っても品質が改善されず、収量の低下のみに終わる場合があるので、側条施肥の導入（側条施肥割合の向上）とともに、健苗育成、適期移植、栽植密度向上、水地温上昇対策、稲わら処理の適正化、透排水性改善など、初期生育の低下を回避する技術を導入する（図10）。

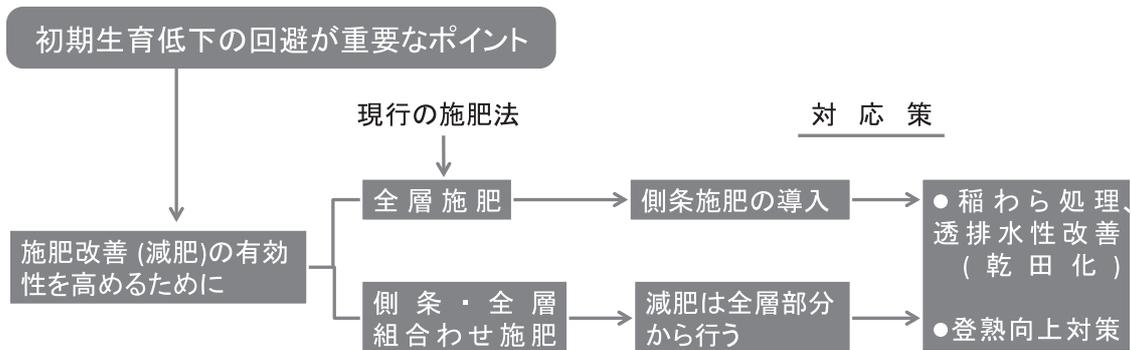


図10 窒素減肥に伴う初期生育低下の回避方策

(4) 窒素分追肥の適正化

生育中～後期の窒素施肥は米粒への窒素集積傾向が強く（図11）、特に止葉期以降の分追肥は影響が大きいことから、良食味米（低タンパク質含有率米）生産の見地からは止葉期における分追肥は行わない。

幼穂形成期～幼穂形成期後1週間の分追肥については生育状況を把握し、さらに作期中の土壌窒素診断に基づく要否判断を行う（表7）。分追肥を必要とする圃場は毎年非常に少ないのが実態である。

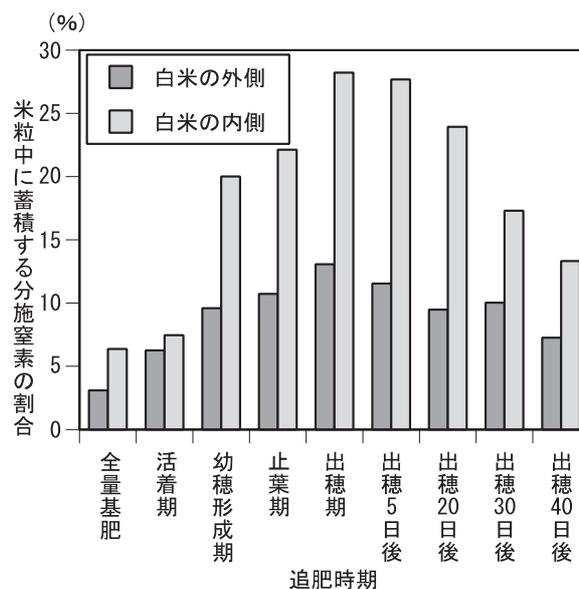


図11 窒素の追肥時期が米粒中の窒素蓄積に及ぼす影響

表7 窒素の分追肥対応（北海道施肥ガイド2020、一部改）

| 土壌区分 | 幼穂形成期前の診断基準値 (NH ₄ -N mg/100 g 乾土) | | | 窒素施肥（分追肥）対応 |
|--------|--|-----------|-----------|--|
| | 良地帯 | 普通地帯 | 不安定地帯 | |
| 低地土（乾） | 3.0 (4.5) | 2.5 (4.0) | 2.0 (3.5) | ①幼穂形成期前診断は6月5半旬～7月1半旬に、また（ ）表記（移植後診断）は6月初旬に実施する。 ②左表数値より低い場合分追肥対応を行う。なお移植後診断（6月初旬）では、その後の生育が順調な時のみ分追肥対応を行う。 ③施肥量：2.0kg/10a ④施肥時期：幼穂形成期から同後1週間 |
| 低地土（湿） | 2.5 (4.0) | 2.0 (3.5) | 1.5 (3.0) | |
| 泥炭土 | 2.5 (3.0) | 2.0 (2.5) | 1.5 (2.0) | |
| 火山性土 | 3.5 (5.0) | 3.0 (4.5) | 2.5 (4.0) | |
| 台地土 | 2.5 (3.0) | 2.0 (3.0) | 1.5 (2.5) | |

注1 （ ）：移植後診断（6月初旬）の診断基準値。

注2 土壌採取法、分析法は「出典」を参照する。

注3 地帯区分は以下の通り。

良地帯 空知中西部および空知北部（8A）、空知東部山麓（8B、夕張市を除く）、上川中央部（9A）、上川中北部および富良野（9B）

普通地帯 檜山・渡島南部および伊達市周辺（1）、羊蹄山麓（3A）、日高（4、様似町・浦河町を除く）、檜山北部および後志日本海沿海（5）、石狩沿海および留萌南部（6）、石狩北部および空知中南部（7A）、石狩および空知南部（7B）、上川北部A（10A）、上川北部B（10B、下川町を除く）、留萌北部・上川北部の一部（11、初山別村・遠別町・美深町を除く）、夕張市

不安定地帯 内浦湾・胆振沿海および石狩の一部（2）、豊浦および南羊蹄（3B）、富良野南部および日高山麓（9C）、北見内陸（13）、北見東部沿海（14）、十勝中央部（16）、様似町、浦河町、下川町、初山別村、遠別町、美深町

【出典】「低蛋白米生産をめざした水田土壌窒素診断の手引き（平成10年 道農政部）」

(5) 施肥と混和の時期

一戸当たりの作付面積の増加に伴い、肥料散布や土壌混和から入水までの期間が長引いた場合に、肥料成分が溶脱や流亡してしまうことがある。

水稻に用いられる窒素肥料はアンモニア態（NH₄-N）が多い。アンモニア態窒素は、畑状態では硝酸化成が生じ硝酸態（NO₃-N）に変わる。アンモニア態窒素（NH₄⁺）はプラスイオンであるから、マイナスに帯電した土の粒子と結合して流れにくい。硝酸（NO₃⁻）はマイナスイオンで土に吸着されないために流亡しやすい。つまり、窒素肥料が硝酸に変わった後に入水して代かき、落水すると、硝酸は水に溶けて圃場から出てしまう。残った硝酸も湛水に伴う土壌の還元化により、酸素を奪われて窒素ガスになるため、水稻にはわずかししか利用されない（図12）。

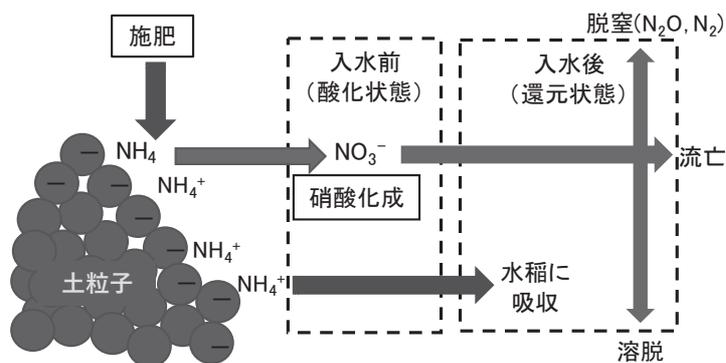


図12 施用したアンモニア態窒素の形態変化

表8 施肥後の日数が硝酸化成によぼす影響

| 施肥後入水までの日数 | 排水中の硝酸濃度 (mg/l) |
|------------|-----------------|
| 3 | 1.78 |
| 11 | 1.95 |
| 16 | 4.27 |

硝酸化成は土壤微生物の働きにより進行し、その際に酸素を必要とすることから、乾田で地温の高い方が早く進む。表8に施肥後の日数と落水中に含まれる硝酸態窒素濃度を示した。施肥後、入水までの日数が10日以上になると、硝酸態窒素濃度は急激に高まる傾向が見られる。

施肥、混和後1週間程度で入水すれば、硝酸化成はあまり進まないので問題は生じない。しかし、面積が広く施肥と入水の間隔が空かざるを得ない場合には、混和だけでも遅らせる。表面に散布した状態では土に混和された場合に比べて、硝酸化成は1/2程度に遅れる。

「最近、肥料の効きが悪い」と感じている場合は、施肥・混和と入水の間隔が空き過ぎていないかをチェックする。

(6) リン酸、カリ、苦土施肥の適正化

窒素のみならず、リン酸、カリ、苦土も水稻の生育、収量に影響を及ぼすため、施肥の適正化が必要である。全道の定点圃場を対象とした定期的な土壤調査では、水田の有効態リン酸含量は一貫して増加傾向にあり、調査地点の95%が基準値以上となっているなど、肥料養分の蓄積傾向が認められている（「北海道耕地土壤の理化学性（1959～2019年）と炭素貯留量（2016～2019年）（令和3年指導参考）」）。施肥コストの低減のためからも、土壤診断を活用した施肥の適正化が望まれる。表9～表11にリン酸、カリ、苦土、それぞれの土壤分析値に対応した施肥量を示した。リン酸、カリ、苦土の土壤分析値は通常の圃場管理を継続している場合は変化が小さいため、3～4年程度継続して利用することが可能であるが、基盤整備等で作土を大幅に移動した場合は、その後1～2年間は土壤診断を実施する。なお、カリについては堆肥等有機物施用に伴う減肥対応も考慮する（表5参照）。

表9 リン酸肥沃度に対応したリン酸施肥量（北海道施肥ガイド2020）

| 有効態リン酸含量 ブレイNo.2法 (P ₂ O ₅ mg/100g) | 低い 0～5 | やや低い 5～10 | 基準値 10～20 | やや高い 20～30 | 高い 30～ |
|--|-----------|--------------|--------------|---------------|-----------|
| 施肥量 (P ₂ O ₅ kg/10a) | 16 | 12 | 8 | 6 | 4 |

注1 分析法はブレイNo.2法（1：10）による。

注2 施肥量は、「ようりん」などリン酸質資材を含む施用量

注3 側条施肥の実施時において、リン酸減肥をおこなう場合は基本的に基肥から減肥する。

【出典】「水田土壤のリン酸肥沃度別施肥指針（昭和62年指導参考）」

表10 カリ肥沃度に対応したカリ施肥量（北海道施肥ガイド2020）

| 交換性カリ含量 (K ₂ Omg/100g) | 低い 0～7.5 | やや低い 7.5～15 | 基準値 15～30 | 高い 30～ |
|--------------------------------------|-------------|----------------|--------------|-----------|
| 施肥量 (K ₂ Okg/10a) | 14 | 11 | 8 | 5 |

表11 苦土肥沃度に対応した苦土施肥量（北海道施肥ガイド2020）

| 交換性苦土含量 (MgOmg/100g) | 低い 0～25 | 基準値 25～ |
|-------------------------|------------|------------|
| 施肥量 (MgOkg/10a) | 1～2 | 無施用 |

3 施用有機物のリン酸肥効

火山灰土壌や寒冷地では、水稻の初期生育促進や冷害年の生育不良を回避する上で、リン酸の肥効は重要とされている。一方で、道内の水田圃場の95%で土壌中の有効態リン酸含量が土壌診断基準値を超えており（「北海道耕地土壌の理化学性（1959～2019年）と炭素貯留量（2016～2019年）（令和3年指導参考）」）、リン酸質肥料の適切な施肥が求められている。ここでは、水田圃場に施用される各種有機物のリン酸肥効について述べる（「水稻栽培における施用有機物のリン酸肥効評価（平成29年指導参考）」）。

(1) 各種有機物の施用が水稻の生育量、土壌に及ぼす影響

表12に各種有機物（稲わら、堆肥、鶏ふん、魚かす、米ぬか）のリン酸量の同一施用と水稻の生育量、土壌化学性の関係を示す。ポット試験で行われた移植後4週目の調査結果では、稲わらの施用により、水稻の茎数や地上部乾物重は対照（重過石）に比べて少なく、根重や根長も劣った。また、稲わら施用では土壌中の可給態リン酸含量は顕著に増加したが、pH上昇、ECや酸化還元電位の大幅な低下も認められた。本試験における有機物の施用量はすべてリン酸0.8g相当/potであり、稲わらでは換算すると現物1t/10a程度となる。この量は現場としては過剰であるが、稲わら施用については土壌の還元化とそれに伴う根の成長阻害に留意する必要がある。一方、他の有機物施用の生育量は対照と同等以上の値を示し、順調に生育した。

これらのことから、各種有機物に含まれるリン酸は水稻の生育に対して化学肥料と同等、もしくはそれ以上の肥効をもたらすと考えられる。

表12 有機物施用が水稻の生育量、土壌に及ぼす影響（移植後4週目）

| 施用有機物 | 水稻 | | | | 土壌 | | | |
|-------|---------------|-------------------|----------------|---------------|---------|---------------|------------|---------------------|
| | 茎数 (本/pot) | 地上部乾物重 (g/pot) | 根重 (mg/pot) | 根長 (m/pot) | pH | EC (mS/cm) | Eh (mV) | 可給態リン酸 (mg/100g) |
| 稲わら | 11 b | 0.90 b | 281 c | 8.4 b | 7.11 a | 0.34 c | -197 b | 45 a |
| 堆肥 | 18 a | 1.99 a | 437 bc | 15.7 a | 5.38 c | 0.53 ab | — | 18 c |
| 鶏ふん | 15 ab | 2.03 a | 570 ab | 16.3 a | 6.22 b | 0.50 ab | — | 26 b |
| 魚かす | 15 ab | 1.68 a | 652 a | 16.8 a | 6.24 b | 0.50 ab | 231 a | 27 b |
| 米ぬか | 14 ab | 1.68 a | 578 ab | 16.0 a | 6.24 b | 0.48 b | 107 a | 25 b |
| 対照 | 16 ab | 1.69 a | 340 c | 13.7 ab | 5.86 bc | 0.53 ab | — | 17 c |
| 無リン酸 | 17 ab | 1.64 a | 324 c | 12.7 ab | 5.86 bc | 0.57 a | — | 18 c |

注1 1/5000aポットで2016年実施、上川農試褐色低地土を供試、原土の可給態リン酸含量（ブレイ第二法）29.5mg/100g

注2 有機物はリン酸0.8g相当/pot（対照は重過石）、窒素は減肥可能量または保証成分量で換算し、硫酸を加えて全区7.0g/pot施用

注3 各項目間で異文字間に有意差あり（Tukey-Kramerの多重検定法、P<0.05）

(2) 各種有機物のリン酸肥効の評価

3年間にわたる各種有機物のリン酸量の、同一施用で得られた粗玄米重およびリン酸吸収量の値を表13に示す。なお、2014年の稲わら施用量はリン酸4kg/10a相当（現物約1t/

表13 有機物施用が水稻の粗玄米重、リン酸吸収量に及ぼす影響

| 施用 有機物 | 粗玄米重(kg/10a) | | | | リン酸吸収量(kg/10a) | | | |
|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 平均 | 2014 | 2015 | 2016 | 平均 |
| 稲わら | 237 (35) | 576 (82) | 575 (95) | 575 (89) | 3.7 (57) | 5.3 (79) | 4.5 (94) | 4.9 (87) |
| 堆肥 | 686 (100) | 707 (101) | 613 (101) | 669 (101) | 5.9 (91) | 6.3 (94) | 4.4 (92) | 5.5 (92) |
| 鶏ふん | 624 (91) | 628 (90) | 608 (100) | 620 (94) | 5.9 (91) | 5.5 (82) | 4.8 (99) | 5.4 (91) |
| 魚かす | 643 (94) | 641 (91) | 630 (104) | 638 (96) | 6.3 (97) | 5.8 (87) | 4.8 (99) | 5.6 (94) |
| 米ぬか | 656 (96) | 683 (97) | 604 (100) | 648 (98) | 5.6 (86) | 7.0 (104) | 5.0 (104) | 5.9 (98) |
| 対照 | 684 (100) | 701 (100) | 606 (100) | 664 (100) | 6.5 (100) | 6.7 (100) | 4.8 (100) | 6.0 (100) |

注1 原土の可給態リン酸含量（ブレイ第二法）：29.5～44.0mg/100g

注2 稲わら施用量は2014年はリン酸4kg/10a相当（斜字、3年間平均から除外）、他の年次はリン酸2kg/10a相当（現物約500kg/10a）と重過石2kg/10aを施用

注3 稲わらを除く有機物はリン酸4kg/10a相当を施用（対照は重過石）

注4 窒素は減肥可能量または保証成分量で換算し、硫酸を加えて全区14kg/10a施用

注5 カッコ内は対照区を100とした指数

10a) で現場としては過剰な量であり、2015、2016年はその半量の2kg/10a相当（現物約500kg/10a）に設定した。この施用量は圃場で生産される稲わらの量とほぼ同等である。

粗玄米重は稲わら区以外は600kg/10a以上、リン酸吸収量は2014年の稲わら区を除き概ね4.5kg/10a以上であった。2014年の稲わら区の粗玄米重とリン酸吸収量は、対照区（重過石）に比べて顕著に低かったが、2015、2016年の稲わら区や他の有機物施用区では概ね対照区の80%以上となり、初期生育や産米品質についても対照区とほぼ同等であった。

以上のように、各種有機物施用時（稲わらは現物500kg/10a程度）の粗玄米重、リン酸吸収量は対照区に対して概ね80～100%の値を示すことから、水田圃場への有機物施用によるリン酸肥効は各種有機物のリン酸含量の「8割程度」を化学肥料の代替として評価できる。

4 ケイ酸質資材の施用

(1) ケイ酸の効果

水稻におけるケイ酸施用には、病害虫（葉鞘褐変病、褐変穂、いもち病など）に対する抵抗性の向上、受光態勢（葉の直立など）の改善、根活性向上、耐倒伏性向上、葉身老化（下葉枯上がり）軽減などの効果が期待できる。

ケイ酸は、これらの効果を通して収量・品質向上に有効に作用するため、

良食味米安定生産のためには窒素養分とともにケイ酸養分供給の適正化が重要である（図13）。

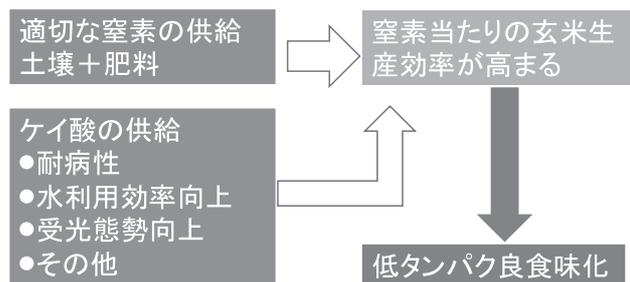


図13 良食味米生産におけるケイ酸の役割

(2) ケイ酸の適正施用量

他要素と同様に、ケイ酸についても土壌診断に基づいた施用量が示されている（表14）。土壌分析値がない場合には、土壌区分に対応してケイ酸を施用する（表15）。

表14 ケイ酸肥沃度に対応した資材施用量（北海道施肥ガイド2020を改変）

| ケイ酸含量 (SiO ₂ mg/100 g) | 極低い 0～10 | 低い 10～13 | やや低い 13～16 | 基準値 16～ |
|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|
| 施肥量（ケイカルkg/10 a） | 180～240 | 120～180 | 60～120 | 0～60 |

注1 分析法は湛水保温静置法による。

注2 グライ低地土、泥炭土では施用範囲内の高い数値を適用する。

注3 他資材についてはケイカルとの肥効差を考慮して施用する。

注4 幼穂形成期1週間後のケイ酸追肥（ケイ酸質肥料20kg/10 a）は低タンパク質含有率米生産に有効である。

【出典】「低蛋白米生産のための稲体及び土壌のケイ酸指標（平成7年 指導参考）」

「北海道米の食味・白度の変動要因解析と高位安定化技術（平成13年 指導参考）」

表15 土壌区別ケイカル施用量（北海道施肥ガイド2020）

| 土 壌 区 分 | | ケイカル施用量 (kg/10 a) |
|---------|--------|----------------------|
| 低地土（乾） | | 90～120 |
| 低地土（湿） | 灰色低地土 | 120～150 |
| | グライ低地土 | 150～180 |
| 泥炭土 | | 150～180 |
| 火山性土 | | 120～150 |
| 台地土 | | 120～150 |

注1 可給態ケイ酸分析値が無い場合利用。

(3) ケイ酸の補給対策

ケイ酸質肥料の施用は、成熟期茎葉のケイ酸/窒素比を高める。ケイ酸/窒素比が高い水稲は吸収した窒素当たりの子実収量が向上するために、白米タンパク質含有率が低下し、かつ玄米の白度も高まる。現地の試験でも多少バラツキはあるものの、多くの試験地で収量およびタンパク質含有率に対してプラスの効果が得られている（表16）。

これらの効果は基肥よりも追肥で高く、幼穂形成期1週間後に20kg/10 a程度のケイ酸質資材を施用することが有効である（表17）。これは施用したケイ酸の水稲による吸収効率が基肥に比べ追肥の方で高いためである。

表16 ケイ酸質肥料の施用効果

| 項 目 | | ケイ酸の施用効果、対照との比較 | | |
|------|----|-----------------|----------|---------------|
| | | 30kg/10以上増収 | 差が30kg未満 | 30kg/10 a以上減収 |
| 収量 | 件数 | 17 | 17 | 5 |
| | % | 44 | 44 | 13 |
| 項 目 | | 0.3%以上低下 | 差が0.3%未満 | 0.3%以上増加 |
| | | | | |
| タンパク | 件数 | 18 | 20 | 1 |
| | % | 46 | 51 | 3 |

【出典】上川、空知、石狩、後志地区施防協（平成14年度：北海道米麦改良.501号.平成15年1月）

表17 ケイ酸質肥料の施用法がタンパク質含有率、ケイ酸吸収効率に及ぼす影響

| ケイカル施用量 (kg/10a) | 白米タンパク (%) | 総窒素吸収量 (kg/10a) | 総ケイ酸吸収量 (kg/10a) | 茎葉の ケイ酸/窒素比 | 施用したケイ酸 の吸収率(%) |
|---------------------|---------------|--------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| 無施用 | 6.5 | 11.1 | 80.6 | 17.8 | — |
| 基肥150kg | 6.1 | 10.1 | 84.0 | 18.5 | 8 |
| 追肥20kg | 5.4 | 9.8 | 83.1 | 21.2 | 42 |
| 追肥40kg | 5.5 | 10.0 | 83.2 | 21.5 | 22 |

【出典】「北海道米の食味・白度の変動要因解析と高位安定化技術（平成13年指導参考）」

実際のケイ酸施用に当たっては土壌分析に基づいて基肥施用を基本とし、それに追肥を組み合わせる。基肥施用の方法としては融雪剤を兼ねた雪上散布、あるいは耕起前に散布し、耕起時に混和する方法がある。追肥の場合、水田用乗用管理機に装着可能な散布機（「水稻に対するケイ酸資材の機械散布技術（平成21年指導参考）」）の利用も可能である。

5 「タンパクマップ」から考える

(1) 「タンパクマップ」とは

「タンパクマップ」は衛星画像データからタンパク質含有率を推定し、その高低によって色分けした地図であり、市町村などの広い地域内における差異が一目で分かるようになっている。色分けできる区画の大きさは衛星の能力の違いや使用目的により異なるが、衛星によっては一筆内のタンパク質含有率の変動まで表すこともできる。

「タンパクマップ」は稲体の色からタンパク質含有率を推定しており、簡単にいえば、登熟期の緑色が濃いほど高タンパク質含有率と判断する。推定値であるため、個々の圃場で実測値と比較した場合に多少の違いはあるが、活用すべき多くの利点がある。ひとつは現地調査や分析を経ずに水田ごとにタンパク質含有率が分かる点である。実績では農家単位や、数枚の圃場が一緒になって評価されることが多い。もうひとつは「ご近所」のタンパク質含有率の傾向が分かる点である。また、年次を重ねることにより、タンパク含有率の変化の方向性や変動程度なども明らかになる。

(2) 周辺の圃場との比較

「タンパクマップ」をみると、タンパク質含有率の高い地帯や低い地帯がありそうなのが分かる。図14の例ではもとの図（左）と、これをもとに2km四方の平均をとったもの（平均化処理、右）を示した。平均化処理によって、タンパク質含有率が高い地帯と低い地帯がより鮮明に見えてくる。これまでの知見から、タンパク質含有率に最も大きな影響を及ぼす要因は「土壌区分」であり、「タンパクマップ」においてもタンパク質含有率が高い地域や低い地域などはこの「土壌区分」を反映することが多い。ここから改善策を考える上での糸口が見えてくる。

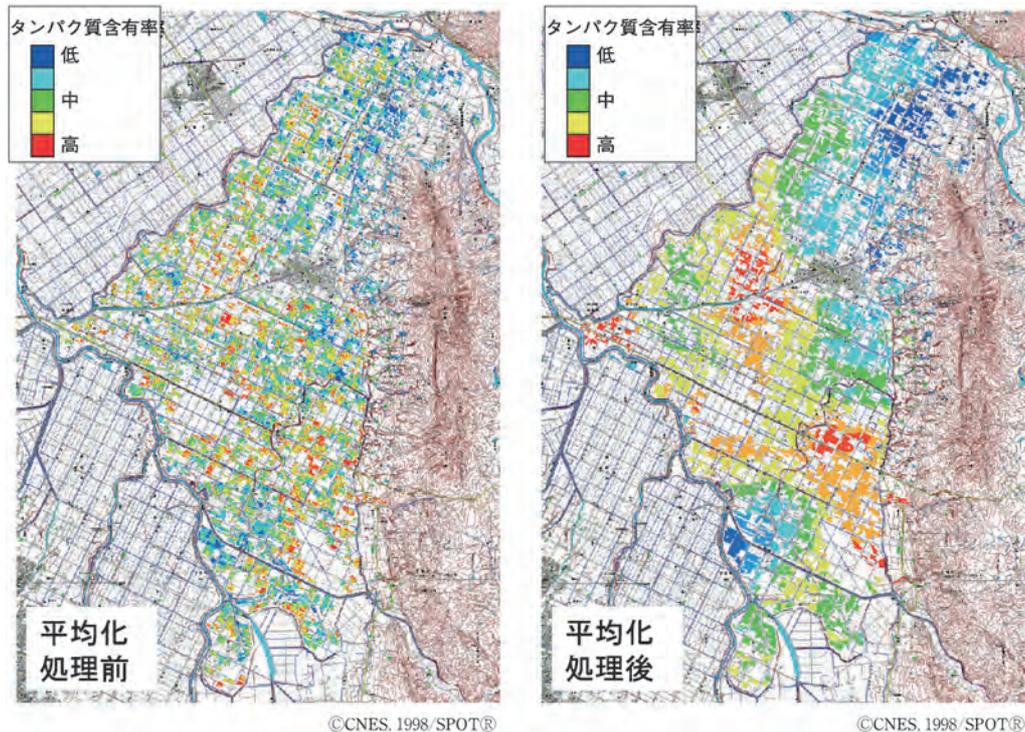


図14 平均化処理によるタンパクマップの表示の比較

中央農試から提案された対策例を表18に示した（「衛星リモートセンシングによる米粒タンパクマップの高度化と利活用技術（平成16年普及推進）」）。タンパク質含有率が高い地域は、土壤に問題があることが多い。土壤図と重ね合わせれば、その要因が明確になる。この場合、個々の栽培管理や圃場管理で対応するには限界があるので、機会を捉えて地域全体で基盤整備の推進を図る（表18の区分Ⅰ、Ⅱ）。

タンパク質含有率が高い地域で、さらに周辺と比べて相対的に高い水田では、栽培管理の改善も優先すべきである（表18の区分Ⅰ）。その際にチェックすべきなのは、まずは基本技術（窒素施肥量の適正化、ケイ酸施用、側条施肥の導入、健苗育成、適期移植、栽植密度向上、水地温上昇対策、登熟中後期の水管理など）であり、稲わら処理についても見直す必要があるかもしれない。タンパク質含有率は高いが、周辺と大差はない水田（表18の区分Ⅱ）でも、近傍にタンパク質含有率の低い水田があれば低タンパク質含有率化にチャレンジする価値はある。その際のチェックポイントも上の例と同様である。

タンパク質含有率が低い地域で、周辺に比べると相対的に高い水田（表18の区分Ⅲ）では、根本的な土壤条件よりも栽培管理が高タンパク質含有率化の要因になっている場合が多い。基本技術や稲わら処理などの点検を行う必要がある。

表18 タンパクマップから抽出された要改善地点の特徴と改善方策の例

| 区分 | タンパク | 周辺との差 | 特 徴 | 主な改善方策 |
|-----|------|---------|--------------------------|-------------------|
| I | 8%以上 | +0.5%以上 | タンパクは高く、さらに周辺に比べて相対的に高い | 栽培管理の改善および基盤環境の改善 |
| II | 8%以上 | +0.5%未満 | タンパクは高いが、周辺と大差ない | 基盤環境の改善および栽培管理の改善 |
| III | 8%未満 | +0.5%以上 | タンパクは高くないが、周辺に比べると相対的に高い | 栽培管理の改善 |
| IV | 8%未満 | +0.5%未満 | タンパクは高くなく、周辺との差もあまりない | 改善の優先度は低い |

(衛星リモートセンシングによる米粒タンパクマップの高度化と利活用技術（平成16年普及推進）)

(3) 収量の実績とあわせて考える

タンパク質含有率が高く収量も高い場合は、窒素供給量が多すぎる可能性が高い。まずは、窒素施肥量の適正化（減肥）を検討してみる。改善技術として減肥のみを導入すると収量のみ低下する場合があるため、減肥とあわせて側条施肥割合を高めるなどの初期生育向上対策を励行する。また泥炭土であれば、浅耕代かき技術（「浅耕代かきによる泥炭地産米の低タンパク質含有率化技術（平成16年普及推進）」を小面積で試みる。

タンパク質含有率が高く収量が低い場合は、不稔歩合が高い可能性がある。まずは本田の水管理を見直すことが必要と考えられるが、それに問題がなければ窒素施肥量の適正化、初期生育の向上対策を試みる。

6 「ゆめぴりか」の品質・食味管理目標に対応した栽培指標

「ゆめぴりか」の品質・食味管理目標は、①アミロース含有率19%以上かつタンパク質含有率6.8%以下、②アミロース含有率19%未満、かつ、タンパク質含有率7.5%未満である。

「ゆめぴりか」は品種特性としてアミロース含有率が低く、平年気象であればアミロース含有率が19%を超えることは少ないと考えられる。ゆえに、以降の栽培指標および栽培指針の検討は、①アミロース含有率19%未満、かつ、タンパク質含有率7.5%未満を目標値として設定した。

(1) タンパク質含有率と窒素玄米生産効率および成熟期窒素吸収量の関係

図15に、窒素玄米生産効率とタンパク質含有率の関係を示した。窒素玄米生産効率とタンパク質含有率の関係には年次変動が認められ、タンパク質含有率7.5%未満となる窒素玄米生産効率は55～60が目安と考えられた。

図16に、成熟期窒素吸収量と窒素玄米生産効率との関係を示した。成熟期窒素吸収量の上限値は倒伏を考慮し10kg/10aとした。なお、成熟期窒素吸収量10kg/10aのときの窒素玄米生産効率は年次変動を加味すると55～60に相当する。ゆえにタンパク質含有率7.5%未満

を満たす成熟期窒素吸収量は10kg/10aが
 妥当な値である。

図17には、タンパク質含有率と成熟期窒素
 吸収量の関係を示した。年次による変動
 はあるが、タンパク質含有率7.5%となる成
 熟期窒素吸収量は、近似曲線からはおおむ
 ね11kg/10aと見積もられる。しかし、成
 熟期窒素吸収量10kg/10a以上では倒伏が
 助長されること、近似曲線の信頼区間を考
 慮し、食味水準の維持を最優先に安全を見
 越すと、成熟期窒素吸収量の上限值は10kg
 /10aが妥当であると判断した。

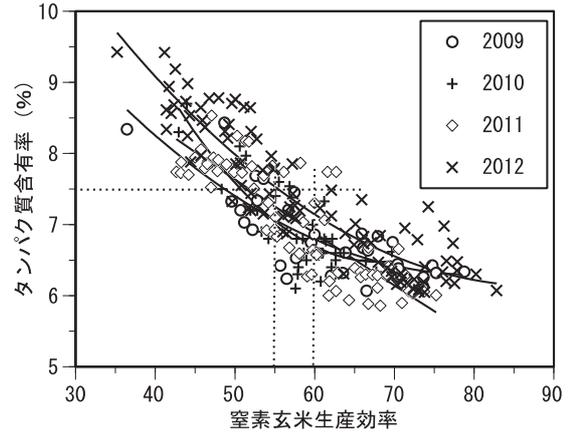


図15 窒素玄米生産効率とタンパク質含有率の関係
 (2009-2012年 上川農試・中央農試)
 * 窒素施肥量：6-12kg/10a (上川農試)
 4-11kg/10a (中央農試)

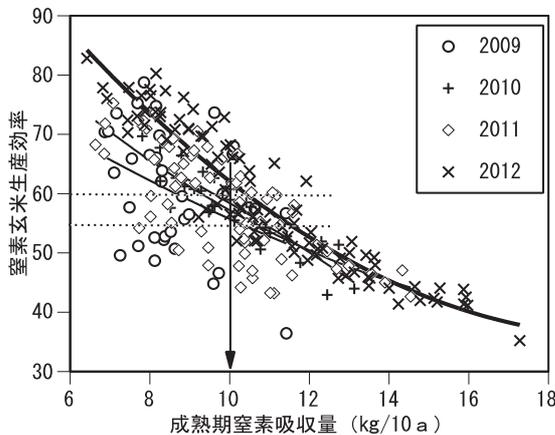


図16 成熟期窒素吸収量と窒素玄米生産効率の関係
 (2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

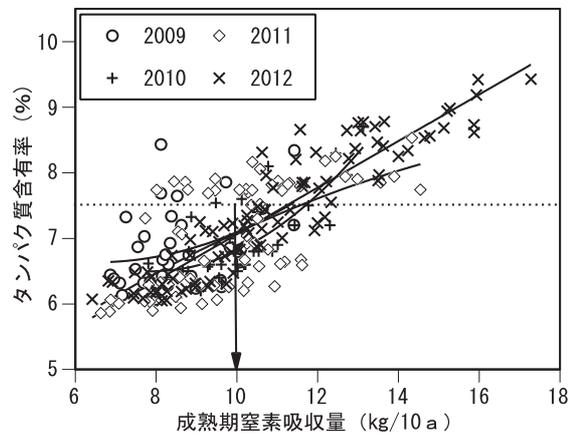


図17 成熟期窒素吸収量とタンパク質含有率の関係
 (2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

(2) 収量目標および収量構成要素の栽培指標

窒素玄米生産効率55~60、成熟期窒素吸
 収量10kg/10aとしたとき、粗玄米重は550
 ~600kg/10aである(図18)。このときの
 精玄米重は520~560kg/10aとなる(図
 19)。上川農試では560kg/10aを達成する
 ことが可能であるが、収量が劣る中央農試
 では成熟期窒素吸収量10kg/10aの時の精
 玄米収量が520kg/10aをわずかに下回る。
 上川農試、中央農試の精玄米収量をそれぞ
 れ560kg/10a、520kg/10aとしたとき、
 これらの値は施肥ガイドに定められる地帯
 別基準収量(上川農試：570kg/10a、中

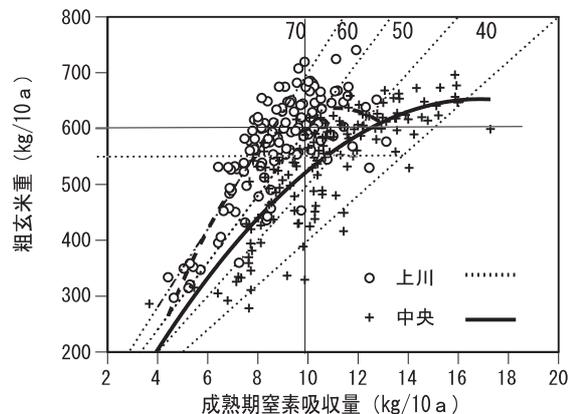


図18 成熟期窒素吸収量と粗玄米重の関係
 (2009-2012年 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)
 * 窒素施肥量：0-12kg/10a (上川農試)
 0-11kg/10a (中央農試)

中央農試：540kg/10a)を10~20kg/10a下回る値である。

そこで、「ゆめぴりか」の目標収量は食味水準を考慮し、地帯別基準収量から20kg/10aを減じた値とした。すなわち、上川農試、中央農試における目標収量はそれぞれ550kg/10a、520kg/10aとなる。

粗玄米重550~600kg/10aの時、総粒数は28,000~32,000粒/m²となる(図21)。このとき、穂数は580~720本/m²が必要になる(図22)。ただし、穂数が650本/m²を超える範囲では倒伏が助長されるので、目標穂数は580~650本/m²とした。

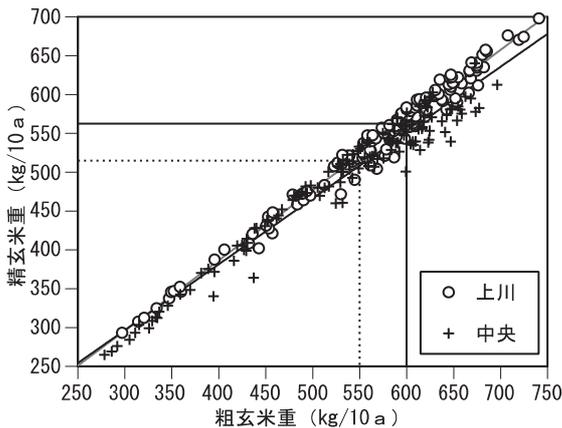


図19 粗玄米重と精玄米重の関係

(2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

* 窒素施肥量：0-12kg/10a (上川農試)
0-11kg/10a (中央農試)

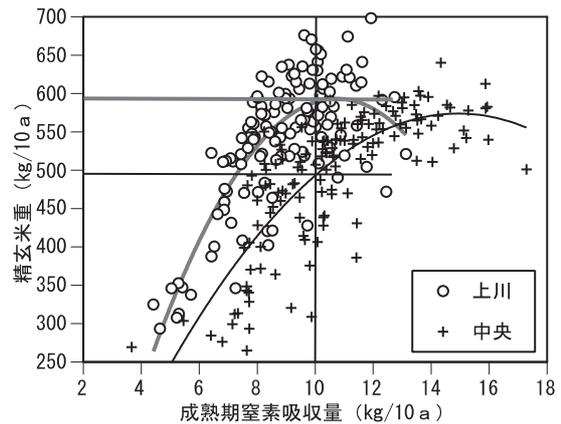


図20 成熟期窒素吸収量と精玄米重の関係

(2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

* 窒素施肥量：0-12kg/10a (上川農試)
0-11kg/10a (中央農試)

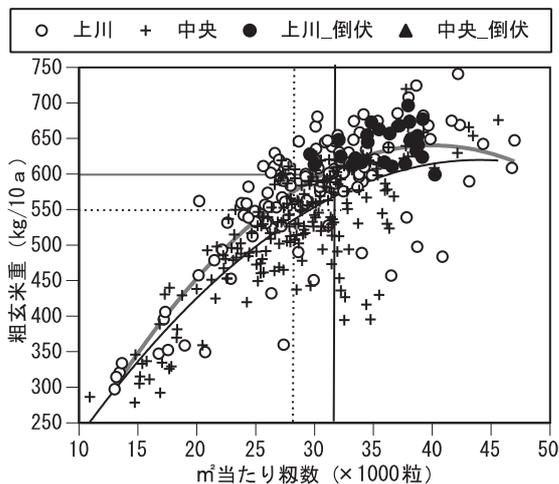


図21 m²当たり粒数と粗玄米重の関係

(2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

* 窒素施肥量：0-12kg/10a (上川農試)
0-11kg/10a (中央農試)

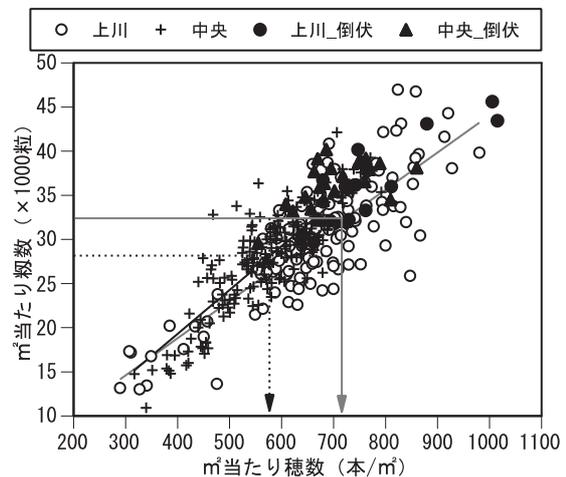


図22 m²当たり穂数と粒数の関係

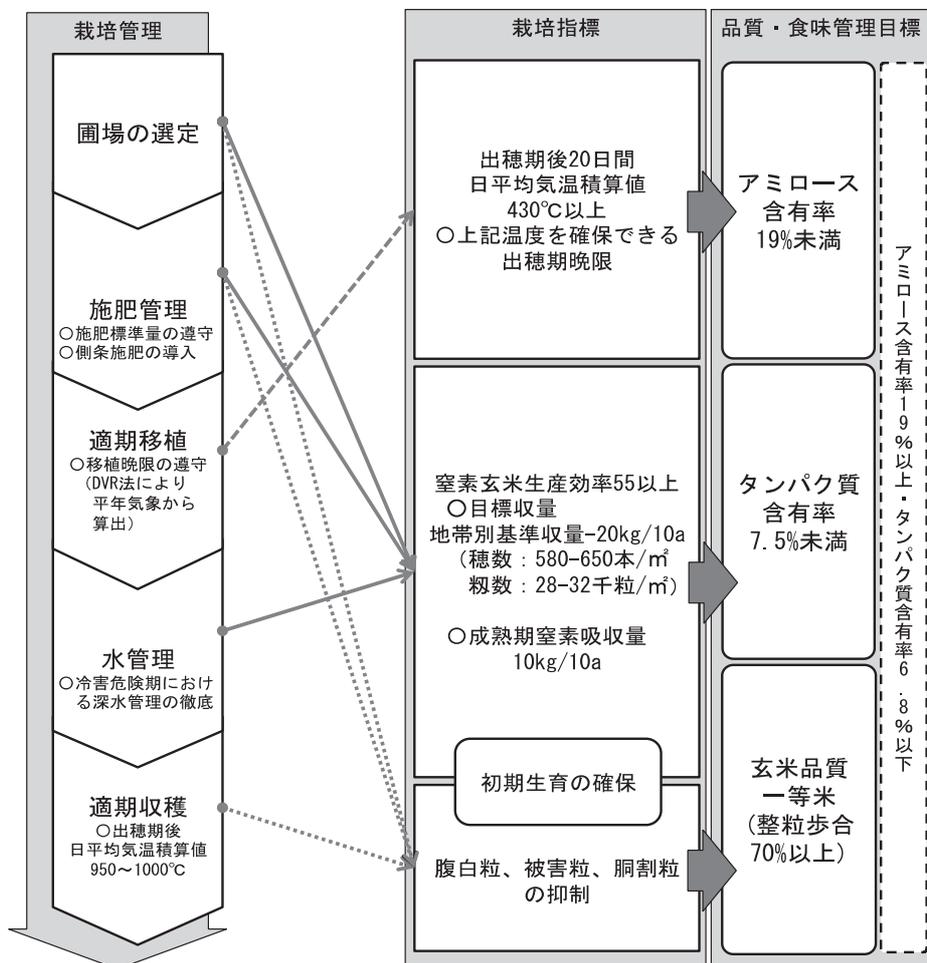
(2009-2012 ゆめぴりか 上川農試・中央農試)

* 窒素施肥量：0-12kg/10a (上川農試)
0-11kg/10a (中央農試)

図23に、ブランド米生産に向けた「ゆめぴりか」の栽培管理概略図をまとめた。「ゆめぴりか」が本格的に作付けされ15年が経過した。その間、生産現場でも「ゆめぴりか」の栽培特性を把握し、特性に合わせた栽培管理が行われるようになってきた。その結果、基準を満たす「ゆめぴりか」の出荷量は安定しつつあり、市場評価が高まっている。

「ゆめぴりか」のブランド化に向けて、品質・食味の年次や地域間における変動を縮小し、高位平準化を図るための技術指針として、アミロース含有率19%未満かつタンパク質含有率7.5%未満を目標に栽培指標の設定を行った。

タンパク質含有率7.5%未満を満たす窒素玄米生産効率は55以上、成熟期窒素吸収量は10 kg/10 a 以下である。品質・食味管理目標を達成するための目標精玄米収量は地帯別基準収量から20 kg/10 a 減じた値が妥当である。目標収量に対応した総粒数は28,000~32,000粒/m²、穂数は580~650本/m²である。



---> アミロース含有率に対応、 —> タンパク質含有率に対応、
> 玄米品質に対応

図23 ブランド米生産に向けた「ゆめぴりか」の栽培管理概略図

7 高密度播種中苗を利用した苗箱数削減による省力化

水稲生産現場では高齢化や農家戸数の減少が進む中、一戸当たりの栽培面積が増加していることから水稲栽培作業の省力化が求められている。育苗・移植作業の省力化では、苗箱当たりの播種量を慣行の2倍にし、移植時のかきとり量を減らすことで苗箱数の削減を図る高密度播種中苗を利用した栽培法が確立された（「苗箱数削減のための高密度播種中苗によるマット苗移植栽培（平成31年指導参考）」）。

(1) 高密度播種がマット苗移植機のかきとり量、苗形質および収量に及ぼす影響

播種量を1箱当たり400mLとした高密度播種中苗を用いて、市販移植機のかきとり量を検討した。その結果、移植機の設定を最小（横送り26回×縦取り9mm）にしても、植え付け本数は4.6本/株と適正数を確保できて1本以下の割合も3%台に収まった（表19）。

表19 異なる播種量の苗に対する移植機のかきとり量設定と植え付け本数

| 項目 | 移植機設定/ 本数平均値、各割合 | 慣行中苗 (200mL/箱) | | 高密度播種中苗 (400mL/箱) | |
|------------|---------------------|-------------------|------|----------------------|-------|
| | | (通常) | (参考) | (参考) | (本技術) |
| 移植機 設定 | 横送り回数 (回) | 20 | 26 | 20 | 26 |
| | 縦取り量 (mm) | 11 | 9 | 11 | 9 |
| 植え付け 本数 | 平均値 (本/株) | 3.9 | 2.3 | 7.5 | 4.6 |
| | 2本以下の割合 (%) | 13.3 | 56.7 | 3.3 | 13.3 |
| | 1本以下の割合 (%) | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 3.3 |

注1 市販のマット苗移植機（北海道仕様、標準植え付け爪、横送り回数3水準（18、20、26回）、縦取り量10水準（8～17mm）を使用した。

高密度播種中苗（播種量400mL/箱）は植物成長調整剤（ユニコナゾールP液剤）の処理、窒素追肥量を慣行中苗（同200mL/箱）の2倍（4g/箱）、育苗日数を慣行中苗と同じ30～35日とすることで、葉齢と乾物重は慣行中苗に比べてやや劣る場合があるものの、中苗の栄養診断基準値を満たし実用的な苗形質を確保できた（表20）。高密度播種中苗の移植後の水稲生育、収量および産米品質は慣行中苗とほぼ同等であった（表21）。

表20 高密度播種中苗の移植苗の形質

| 年次 | 土壌 | 処理区 | 苗長 (cm) | 葉齢 (枚) | 茎葉乾物重 (g/100本) | 窒素含有率 (%) |
|-----------------------|--------|---------|------------|-----------|-------------------|--------------|
| 2017 | グライ低地土 | 慣行中苗 | 9.8 | 2.9 | 2.0 | 3.9 |
| | | 高密度播種中苗 | 13.2 | 3.2 | 1.8 | 4.4 |
| | 泥炭土 | 慣行中苗 | 10.8 | 2.7 | 1.9 | 4.2 |
| | | 高密度播種中苗 | 14.0 | 3.4 | 1.9 | 4.0 |
| 2018 | グライ低地土 | 慣行中苗 | 13.3 | 3.1 | 2.1 | 3.7 |
| | | 高密度播種中苗 | 13.5 | 2.7 | 1.7 | 4.3 |
| | 泥炭土 | 慣行中苗 | 13.1 | 3.2 | 2.2 | 4.0 |
| | | 高密度播種中苗 | 11.8 | 2.7 | 1.7 | 4.2 |
| 平均 | | 慣行中苗 | 11.8 | 3.0 | 2.0 | 3.9 |
| | | 高密度播種中苗 | 13.1 | 3.0 | 1.8 | 4.2 |
| 対照区比 (対照区を100とした比) | | 慣行中苗 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 高密度播種中苗 | 112 | 102 | 88 | 107 |

注1 供試品種は「ななつぼし」、慣行中苗は30日苗、高密度播種中苗は追肥窒素量4g/箱で35日苗を抜粋。

表21 高密度播種中苗の移植苗の生育、収量および品質

| 年次 | 土壌 | 処理区 | 幼穂形成期 | | 出穂期 (7月1日 基準日) | 精玄米重 | | タンパク質 含有率 (%) | 整粒歩合 (%) |
|-----------------------|--------|---------|---------------------------|--------------------|----------------------|----------|-----|---------------------|-------------|
| | | | 莖数 (本/m ²) | 窒素吸収量 (kgN/10a) | | (kg/10a) | 左比 | | |
| 2017 | グライ低地土 | 慣行中苗 | 504 | 2.3 | 30.0 | 639 | 100 | 6.4 | 74.4 |
| | | 高密度播種中苗 | 546 | 3.3 | 30.0 | 648 | 101 | 6.6 | 72.5 |
| | 泥炭土 | 慣行中苗 | 369 | 1.5 | 31.5 | 609 | 100 | 6.8 | 72.5 |
| | | 高密度播種中苗 | 437 | 2.1 | 31.5 | 589 | 97 | 6.7 | 73.5 |
| 2018 | グライ低地土 | 慣行中苗 | 371 | 1.6 | 35.5 | 470 | 100 | 6.2 | 68.7 |
| | | 高密度播種中苗 | 395 | 1.8 | 35.5 | 471 | 100 | 5.9 | 73.3 |
| | 泥炭土 | 慣行中苗 | 295 | 1.3 | 37.0 | 478 | 100 | 6.5 | 66.9 |
| | | 高密度播種中苗 | 315 | 1.4 | 37.8 | 535 | 112 | 6.8 | 67.3 |
| 平均 | | 慣行中苗 | 384 | 1.7 | 33.5 | 549 | 100 | 6.5 | 70.6 |
| | | 高密度播種中苗 | 423 | 2.1 | 33.7 | 560 | 102 | 6.5 | 71.6 |
| 対照区比 (対照区を100とした比) | | 慣行中苗 | 100 | 100 | 100 | 100 | | 100 | 100 |
| | | 高密度播種中苗 | 110 | 126 | 101 | 102 | | 100 | 102 |

注1 供試品種は「ななつぼし」、慣行中苗は30日苗、高密度播種中苗は追肥窒素量4g/箱、35日苗を抜粋。

(2) 高密度播種中苗と慣行中苗との比較

表22に高密度播種中苗と慣行中苗との比較表を示した。高密度播種中苗を用いた苗箱数の削減効果の試算では、栽植密度25本/m²の場合、慣行中苗の28箱/10aから約18箱/10aと30%以上の削減が可能であった。また、本技術は現在使用している中苗用の播種機、移植機を設定変更のみで使用できる利点がある。

なお、本技術では苗の徒長を抑制するため植物成長調整剤の使用を基本とし、さらに育苗管理は徒長に留意する。

表22 高密度播種中苗と慣行中苗との比較

| 項目 | 慣行中苗 | 高密度播種中苗：苗箱数の削減を図る場合に利用する。 | |
|---------|------------|---|--|
| 導入 | 10a当たり箱数目安 | 28箱 (25株/m ² 時、本試験事例) | 18箱 (25株/m ² 時、慣行中苗の64%) |
| | 10a当たり種子量 | 2.8kg (本試験事例) | 3.6kg (本試験での算出値) |
| | 想定する移植機設定 | 横送り20回×縦取り11mm (本試験での設定値) | 横送り26回×縦取り9mm |
| 作業 | 種子予措 | — | 苗の徒長抑制のため植物成長調整剤の使用を基本とする。 |
| | 播種量 (催芽糞) | 150~200mL/箱 | 400mL/箱 |
| | 覆土厚さ | 0.5~0.7cm | 0.7cm |
| | 覆土資材 | (資材試験等により育苗適応性を確認した資材) | 粒状の人工覆土を推奨する。 |
| | 窒素追肥 | 苗の生育および活着を促進するため1.0葉期~1.5葉期と、2.0葉期~2.5葉期に苗の生育に応じて窒素肥料を追肥すること。なお追肥量は1マツト当たり成分量で1g (m ² 当たり6g) 程度とする。 | 苗の生育および活着を促進するため1.0葉期~1.5葉期と、2.0葉期を過ぎた頃に苗の生育に応じて窒素肥料を追肥すること。なお追肥量は1マツト当たり成分量で2g (m ² 当たり12g) 程度とする。 |
| 育苗 | 育苗日数 | 30~35日 (機械移植基準) | 30~35日 (35日に近い方が乾物重と葉齢を改善できる。) |
| 苗 | 苗長 | 10cm~12cm (機械移植基準) | 10cm~12cm |
| | 葉齢 | 3.0~3.5葉 (機械移植基準) | 2.6葉以上を確保すること。3.0~3.5葉が望ましい。 |
| 目安 | 乾物重 | 2g/100本以上 (機械移植基準) | 1.6g/100本以上を確保すること。2g/100本以上が望ましい。 |
| | 苗窒素含有率 | 4.0~4.5% (栄養診断基準) | 4.0~4.5% |
| 栽培上の留意点 | | ①植物成長調整剤 (ウニコナゾールP液剤) は使用方法の通り処理する。 ②覆土の持ち上がりに留意する。必要時は覆土落としを実施する。 ③灌水は慣行中苗とほぼ同等とし、徒長に繋がる過灌水と高温に留意する。 ④移植時苗は乾物重がやや小さいため低温気象下での移植を避ける。 ⑤初期分けつが不足すると慣行中苗より収量が劣りやすいので、初期生育の確保に努める。 | |

8 高密度播種短期育苗を利用した育苗期間短縮と苗箱数削減による省力化

高密度播種短期育苗（以下、高密短）は、育苗箱への播種量を乾籾として250～300 g／箱（慣行中苗の2.5～3倍）を増やすとともに、育苗日数を15～20日（慣行中苗の5～7割）に短縮することで、春作業の省力化をはかる技術である。高密短技術が専用移植機とともに農機具メーカー主体で導入されつつある。高密短による苗は、苗質としては稚苗に近く、府県での移植栽培は稚苗が主であることから、この技術が導入しやすい。一方、道内は水稻生育に適する期間が短いことから成苗や中苗が主体であり、地域の気象条件によっては高密短導入により生育や収量・品質が低下する可能性がある。本項では、高密短導入に際し、道内における栽培特性を評価し導入可能地帯を示した（「北海道における高密度播種短期育苗の適用性と早生品種「えみまる」の導入効果」令和4年普及推進）。

(1) 播種量と移植機設定が苗箱数削減におよぼす影響

高密短対応移植機と標準移植機をかきとり試験に供試して、かきとり本数および使用箱数を測定した（表23）。乾籾播種量250 g／箱および300 g／箱でみると、かきとり本数3.5～5.5本で移植するためには、横送回数26～30回、縦かきとり量6～10mmの範囲でかきとり設定を変更できる高密度播種仕様の移植機が必要であった。10 a 当たり使用苗箱数は、乾籾播種量250 g／箱および300 g／箱として15箱未満となり、慣行の中苗対比で5割以上削減されることが見込まれた。

表23 移植機かきとり設定が平均かきとり本数および使用箱数におよぼす影響

| 移植機 | 横送回数 | 縦かきとり量 (mm) | 平均かきとり本数(本) 乾籾播種量(g/箱) | | | | 10aあたり使用箱数(箱) 乾籾播種量(g/箱) | | | |
|-----------|------|----------------|---------------------------|-----|------------|------------|-----------------------------|------|-------------|-------------|
| | | | 100 | 200 | 250 | 300 | 100 | 200 | 250 | 300 |
| | | | | | | | | | | |
| A社 高密短 | 26 | 6 | 1.7 | 2.5 | 2.4 | 3.1 | 12.2 | 9.2 | 7.1 | 7.9 |
| | 26 | 10 | 2.6 | 3.6 | 4.5 | 5.7 | 18.7 | 13.1 | 13.1 | 14.2 |
| | 30 | 6 | 1.4 | 2.5 | 2.6 | 3.5 | 9.8 | 9.2 | 7.5 | 8.7 |
| | 30 | 10 | 2.6 | 4.1 | 4.4 | 6.5 | 18.5 | 14.9 | 12.8 | 16.3 |
| A社 標準 | 20 | 9 | 3.2 | 6.4 | 7.3 | 10.7 | 23.1 | 23.4 | 21.3 | 26.9 |
| | 20 | 13 | 3.9 | 7.5 | 9.0 | 11.6 | 27.7 | 27.6 | 26.2 | 29.2 |
| | 26 | 9 | 3.2 | 4.9 | 6.1 | 7.2 | 23.0 | 18.0 | 18.0 | 18.1 |
| | 26 | 13 | 4.3 | 7.0 | 9.7 | 10.8 | 30.9 | 25.8 | 28.4 | 27.2 |
| B社 高密短 | 26 | 9 | 2.6 | 4.1 | 5.7 | 5.3 | 18.6 | 15.0 | 16.6 | 13.3 |
| | 26 | 13 | 2.9 | 5.3 | 7.0 | 8.0 | 20.8 | 19.4 | 20.4 | 20.2 |
| | 30 | 9 | 2.1 | 3.6 | 4.7 | 4.6 | 15.2 | 13.1 | 13.6 | 11.5 |
| | 30 | 13 | 3.3 | 4.4 | 6.6 | 6.3 | 23.7 | 16.2 | 19.5 | 15.8 |
| B社 標準 | 20 | 9 | 2.4 | 3.9 | 5.7 | 6.6 | 17.2 | 14.4 | 16.6 | 16.7 |
| | 20 | 13 | 3.8 | 7.2 | 8.4 | 10.8 | 27.6 | 26.6 | 24.7 | 27.1 |

下線は、目標かきとり本数に対応する値

(2) 高密短による苗（密短苗）の栽培特性と育苗管理法の検討

密短苗の苗質は稚苗に近いが、草丈、苗の地上部乾物重および葉齢がやや劣る傾向であった（表24）。この違いにより、密短苗は稚苗より移植後の生育がやや遅かった。同一品種でみると、本田収量および品質は慣行の中苗に対しほぼ同等であったが、出穂期が慣行中苗対

比で約5日遅延していた。密短苗「えみまる」の出穂期は、同「ななつぼし」より約5日早く、中苗「ななつぼし」と同等であった。このことから、中苗「ななつぼし」の導入可能地帯であれば、高密短「えみまる」の導入による生育遅延リスクが低いことが示唆された。一方で、密短苗「えみまる」は幼形期茎数および収量が同「ななつぼし」より低く、アミロース含有率がやや低かった。

表24 苗の種類が苗形質および移植後生育におよぼす影響

| 品種 | 試験場 | 苗種 | 移植時 | | | | 出穂期 (7/1=1) | 成熟期 (9/1=1) | 幼形期 茎数 (本/m ²) | 穂数 (本/m ²) | 精玄米 収量 (kg/10a) | アミロース 含有率 (%) | タンパク質 含有率 (%) |
|-----------|----------|-----|------------|-----------|-----------------|-------------|----------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 草丈 (cm) | 葉齢 (枚) | 乾物重 (g/100本) | N含有率 (%) | | | | | | | |
| えみまる | 上川 農試 | 密短苗 | 11.4 | 1.9 | 1.0 | 3.2 | 25 | 12 | 514 | 657 | 661 | 18.9 | 6.5 |
| | | 稚苗 | 14.5 | 2.1 | 1.3 | 3.4 | 24 | 10 | 455 | 672 | 690 | 18.3 | 6.4 |
| | | 中苗 | 16.5 | 3.2 | 2.3 | 3.9 | 20 | 6 | 447 | 698 | 656 | 18.2 | 6.9 |
| | 中央 農試 | 密短苗 | 10.4 | 1.9 | 1.1 | 3.3 | 30 | 17 | 348 | 573 | 540 | 18.2 | 8.5 |
| | | 稚苗 | 12.1 | 2.1 | 1.4 | 3.3 | 28 | 15 | 320 | 582 | 510 | 18.2 | 8.5 |
| | | 中苗 | 12.6 | 2.9 | 2.2 | 3.9 | 25 | 13 | 228 | 557 | 520 | 18.0 | 8.5 |
| ななつ ぼし | 上川 農試 | 密短苗 | 10.9 | 1.9 | 1.0 | 3.3 | 30 | 21 | 584 | 634 | 701 | 20.5 | 6.1 |
| | | 中苗 | 15.7 | 3.1 | 2.0 | 3.8 | 25 | 12 | 630 | 672 | 678 | 20.1 | 6.2 |
| | 中央 農試 | 密短苗 | 9.3 | 1.9 | 1.0 | 3.2 | 35 | 20 | 457 | 570 | 577 | 19.9 | 7.7 |
| | | 中苗 | 12.1 | 3.0 | 2.1 | 3.9 | 31 | 15 | 371 | 531 | 579 | 19.6 | 8.0 |

密短苗の苗質は稚苗と同等かやや劣ることから、移植後の生育遅延を最小限にするため、ある程度の苗形質を確保する必要があると考えられた。苗形質のうち、草丈の確保は機械移植を行う上で重要であり、この目標値を10～12cmとして他の形質についても達成可能な目標値を検討し、そのための育苗管理法を明らかにした。

密短苗の苗形質と簡易有効積算温度でみた育苗期間の関係から、育苗期間の延長により苗の徒長や窒素含有率の低下が生じていた(表25)。「えみまる」は「ななつぼし」より草丈が伸びやすく、草丈の確保が容易である一方、育苗期間の延長により徒長リスクが高まると思われる。このことから、草丈10～12cmを目標とすると簡易有効積算温度180～200℃とする育苗期間(20日間前後)が必要と考えられた。また、窒素追肥1g N/箱を行うことにより葉齢1.8枚以上、地上部乾物重1.0g/100本以上、窒素含有率3.0%以上が達成可能であり、これらを目標値として設定した(表26)。

表25 播種量および育苗期間が密短苗の苗形質におよぼす影響

| 品種 | 乾籾 播種量 (g/箱) | 簡易有効積算温度160—180℃ | | | | 同180—200℃ | | | | 同200—220℃ | | | |
|-----------|--------------------|------------------|-----------|-----------------|------------------------|------------|-----------|-----------------|------------------------|------------|-----------|-----------------|------------------------|
| | | 草丈 (cm) | 葉齢 (枚) | N 含有率 (%) | 地上部 乾物重 (g/100本) | 草丈 (cm) | 葉齢 (枚) | N 含有率 (%) | 地上部 乾物重 (g/100本) | 草丈 (cm) | 葉齢 (枚) | N 含有率 (%) | 地上部 乾物重 (g/100本) |
| えみまる | 250 | 10.1 | 1.9 | 3.5 | 1.10 | 12.1 | 1.9 | 3.7 | 1.11 | 12.2 | 2.0 | 3.2 | 1.19 |
| | 300 | 10.2 | 1.9 | 3.5 | 1.05 | 11.9 | 1.9 | 3.5 | 1.09 | 12.5 | 1.9 | 3.0 | 1.13 |
| ななつ ぼし | 250 | 9.4 | 1.9 | 3.4 | 1.07 | 11.2 | 1.8 | 3.2 | 0.97 | 11.5 | 1.9 | 2.9 | 1.07 |
| | 300 | 10.0 | 1.9 | 3.5 | 1.03 | 10.8 | 1.8 | 3.0 | 0.91 | 12.0 | 1.9 | 2.8 | 1.09 |

窒素追肥量を1gN/箱として育苗。

表26 高密短における目標とする苗形質および育苗管理方法

| 項目 | 目標値 | 備考 |
|----------|----------------------------------|--|
| 草丈 | 10～12cm | <ul style="list-style-type: none"> ・密短苗は草丈の過不足による本田初期生育不良が生じやすいため、育苗期間は適切な温度管理および灌水管理に努める。 ・密短苗「えみまる」の移植日は中苗「ななつぼし」を基準とする。 (早期移植では育苗温度不足や移植直後の低温が、晩期移植では本田生育遅延が懸念されるため、適期移植を実施する。) |
| 葉齢 | 1.8枚以上 | |
| 窒素含有率 | 3.0%以上 | |
| 地上部乾物重 | 1.0g/100本以上 | |
| 播種量 | 乾粃250～300g/箱 (催芽粃500～600mL/箱) | <ul style="list-style-type: none"> ・高密度播種対応の播種機、移植機を使用。 ・播種量増加により本田生育遅延リスクが高まるため、地域の気象や品種を加味して播種量を選択する。 |
| 簡易有効積算温度 | 180～200℃ (育苗日数20日前後目安) | <ul style="list-style-type: none"> ・ハウス無加温平置き出芽による。 ・育苗日数の延長は徒長苗を助長する。 |
| 窒素追肥 | 1gN/箱 | <ul style="list-style-type: none"> ・1.0～1.5葉期に実施。 |
| 苗箱覆土 | | <ul style="list-style-type: none"> ・培土カット量を標準より約3mm増加させる。 ・出芽直後に適宜土落としを実施する。 |
| 灌水管理 | | <ul style="list-style-type: none"> ・1.5葉期以降は毎朝十分な灌水を実施する。 |

(2) 高密短の導入可能地帯評価

発育モデルとメッシュ農業気象データに基づく出穂期推定および導入リスク評価を実施し、高密短の導入可能地帯を推定した。密短苗における「えみまる」および「ななつぼし」の各メッシュにおける推定平均出穂日と出穂期晩限の日差を求め、マップとして図示した（図24、図25）。この値が大きいほど推定出穂日は出穂期晩限より早く、逆に値が負の場合は出穂期晩限の後に収穫を迎えることになる。すなわち、この値が大きいほど安定した生産が可能であり、高密短が導入しやすいと評価できる。

図24および図25をみると、密短苗「えみまる」が同「ななつぼし」より導入可能地帯が広がった。また、密短苗「えみまる」の出穂期は中苗「ななつぼし」と同等であったことから（表24）、高密短を導入する際は、中苗「ななつぼし」の栽培地帯に「えみまる」を選択することにより生育遅延リスクを低減できると考えられた。

以上のことから、高密短は苗箱数が中苗対比で5割以上削減され、育苗や移植作業に係る労働時間、資材量および物財費削減により省力化が可能で、あるいは規模拡大に活用できる。また、本道の気象条件から早生品種「えみまる」の導入により、出穂期遅延やアミロース含有率の増加といった品質低下等のリスクを低減できる。

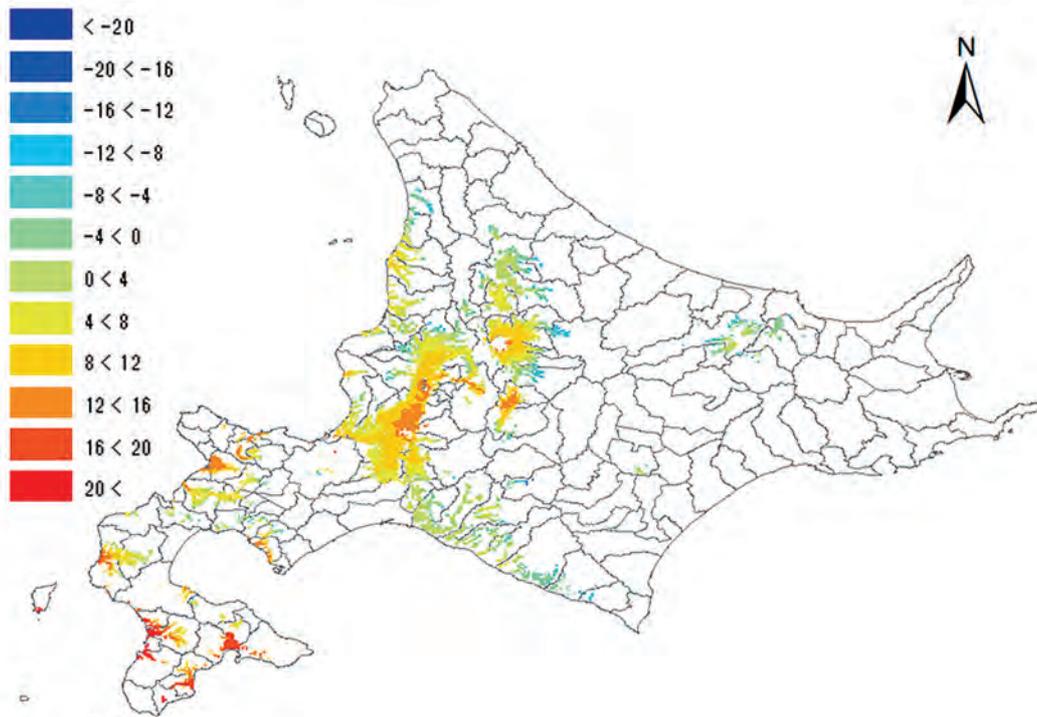


図24 密短苗「えみまる」の出穂期晩限～推定出穂期の日差マップ

- 注1) 1992～2021年における平均値 注2) 苗葉数2.0、移植日5月25日を仮定
 注3) 発育予測モデルによる出穂期の推定誤差を3.0日とし、日差から3.0を減じた。
 注4) カラースケールが赤に近いほど出穂期晩限より推定出穂期が早く導入リスクが低いことを示す。

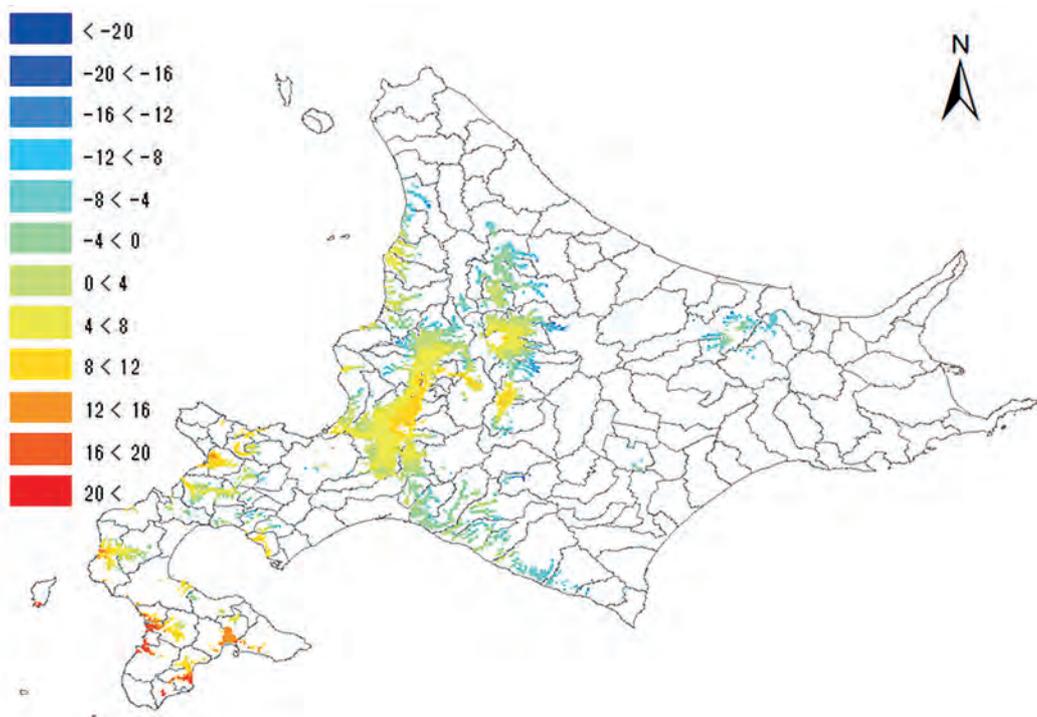


図25 密短苗「ななつぼし」の出穂期晩限～推定出穂期の日差マップ

- 注1) 1992～2021年における平均値 注2) 苗葉数2.0、移植日5月25日を仮定
 注3) 発育予測モデルによる出穂期の推定誤差を3.0日とし、日差から3.0を減じた。
 注4) カラースケールが赤に近いほど出穂期晩限より推定出穂期が早く導入リスクが低いことを示す。

9 酒造好適米「吟風」、「彗星」の栽培特性と品質改善対策

酒造好適米には、一般の主食用米とは異なる形質が求められる。品質実態調査の結果、「吟風」と「彗星」のタンパク質含有率や千粒重、心白発現は年次間や産地間の変動が大きく、優先すべき改善点はタンパク質含有率および千粒重であった（図26）（「酒造好適米「吟風」「彗星」の栽培特性と品質改善対策（平成21年普及推進）」）。

品質目標は、「吟風」ではタンパク質含有率6.8%未満、千粒重24g以上、「彗星」ではタンパク質含有率6.8%未満、千粒重25g以上とする（表27）。これに対応する生育指標は、いずれの品種も幼穂形成期茎数が520本/m²、穂数が500本/m²であり、また総粒数は「吟風」28千粒/m²、「彗星」27千粒/m²、精玄米重は「吟風」590kg/10a、「彗星」610kg/10aとした。



（吟風：24g）

（彗星：25g）

千粒重（g/1000粒）

※）出穂前24日以降30日間最高最低平均気温が低いことを示す

図26 産米品質区分から推定される品質低下要因（模式図）

表27 道産酒造好適米の品質目標と生育指標ならびに対応する栽培技術

| | | 吟 風 | 彗 星 | |
|----------|--------------------|--|---|---------------------|
| 品質目標 | 白米タンパク質含有率(%) | 6.8%未満 (90%精白時) | | |
| | 千粒重 | 24g以上 | 25g以上 | |
| 生育指標 | 生育期節 | 出穂期 上川中央部：7月6半旬頃 空知中南部：7月6半旬～8月1半旬 | | |
| | 主要形質 | 幼穂形成期茎数 520本/m ² | | |
| | | 穂数 500本/m ² | | |
| | | 総粒数 | 28千粒/m ² | 27千粒/m ² |
| 精玄米収量 | 590kg/10a | 610kg/10a | | |
| 窒素吸収量 | 幼穂形成期 | 2～4kgN/10a | | |
| | 出穂期 | 7.5kgN/10a | | |
| | 成熟期 | 10.0kgN/10a (14kgN以上の時、倒伏が懸念) | | |
| 対応する栽培技術 | 移植時期 | | 上川中央部：5月6半旬頃（成苗） 5月20日頃（中苗） 空知中南部：5月5半旬～6半旬（成苗） | |
| | 施肥量 | | 一般うるち米の施肥標準に準じる | |
| | タンパク質含有率の低減が優先される時 | 側条施肥 | 初期生育の向上やタンパク質含有率低減に有効。ただし千粒重が減少する場合があります留意する。 | |
| | | 栽植密度 | 初期生育不良の時、栽植密度の増加は初期生育の向上やタンパク質含有率低減に有効。ただし千粒重が減少する場合があります留意する。 | |
| | 冷害危険期の深水管理 | | 不稔の抑制はタンパク質含有率低減に極めて有効。不稔対策の徹底が必須である。 ※）品質目標のため、不稔歩合は「吟風」15%未満、「彗星」16%未満が目安。 | |
| | 収穫適期 | | 出穂後の平均気温積算値 1050～1100℃ | |

（酒造好適米「吟風」「彗星」の栽培特性と品質改善対策（平成21年普及推進））

10 復元田における施肥

(1) 復元田の特徴と窒素吸収

水田活用の直接支払交付金の見直しにより、5年間に一度も水張りが行われない農地は交付対象水田から除外されることになった。今後の情勢を見極めなければならないが、一度交付対象外になると、原則、交付対象水田に戻ることはない見込みである。復元田は、再び湛水できるように畦畔の補修や用水を確保する必要があるが、土壌の側面からみると連作田とは異なる特徴がみられる。この特徴は、基盤整備後の水田にも共通するもので本項を参考にされたい。

復元田の土壌物理性をみると、畑地利用時に乾燥が進んで亀裂が下層土まで発達し、連作田よりも透排水性が向上している。このため、浸透水による酸素供給が多いことから、土壌の還元状態を示す2価鉄含量が連作田よりも低い(表28)。なお、泥炭土の場合は転作時のプラウ耕などで下層の泥炭が上層へ混入して作土の有機物含量の増加が指摘される。

窒素についてみると、復元田では湛水後に土壌から供給されるアンモニア態窒素量が連作田に比べて多く、この要因として「乾土効果」が挙げられる。これは乾燥により分解しやすくなった有機物や植物遺体、死滅した微生物菌体などが湛水により分解されて、無機態窒素に変化するためである。復元田は畑地利用時や耕起前に土壌の乾燥が進むため、乾土効果により多量の窒素が発現する。グライ土並びに灰色低地土にある大豆跡復元田の土を30℃で湛水培養して、4週間後と8週間後の窒素無機化量を測定した(表29)。両土壌とも、培養日数に応じて窒素無機化量が増加したことから、湛水後の水温上昇により無機態窒素が放出されると推測できる。また、窒素無機化量はグライ土の方が多く、いわゆる湿田の傾向が強い土壌ほど窒素地力が高く、畑地化に伴い易分解性有機物の蓄積が多くなったと考えられる。

通常、復元田における水稻の窒素吸収量は連作田に比べて増加する(図27)。これは先述の乾土効果による窒素無機化量の増加に加えて、根の養分吸収能が高まっていることによる。復元田は畑地利用時に土壌が酸化状態で推移することや、復元後も透排水性が良好なため浸透水による酸素供給が多く、水稻の根活性が高まる傾向にある。

表28 復元田作土中の2価鉄含量

(昭和56~58年、中央農試、一部抜粋)

| 土壌 | 復元後 年数 | 湛水期間中の2価鉄 ^{注)} | |
|------------|-----------|-------------------------|-----|
| | | 幼穂形成期 | 止葉期 |
| 褐色 低地土 | 1年目 | 57 | 70 |
| | 2年目 | 78 | 99 |
| | 3年目 | 57 | 61 |
| グライ 低地土 | 1年目 | 48 | 80 |
| | 2年目 | 100 | 106 |
| | 3年目 | 84 | 117 |
| 泥炭土 | 1年目 | 51 | 68 |
| | 2年目 | 100 | 80 |
| | 3年目 | 96 | 91 |

注) 2価鉄含量: 対連作田 (%)

表29 大豆跡復元田の窒素無機化量

| 土壌の種類 | 窒素無機化量(mg/100g) ¹⁾ | | |
|-------|-------------------------------|------|-------|
| | 4週後 | 8週後 | 8週—4週 |
| グライ土 | 9.2 | 13.4 | 4.2 |
| 灰色低地土 | 6.5 | 9.2 | 2.7 |

1) 湛水培養(30℃)

浅野・星(2011)を改編

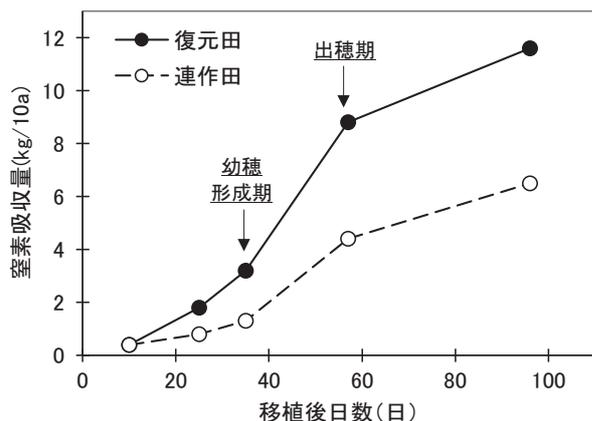


図27 復元田における水稻の窒素吸収量(北村1984)

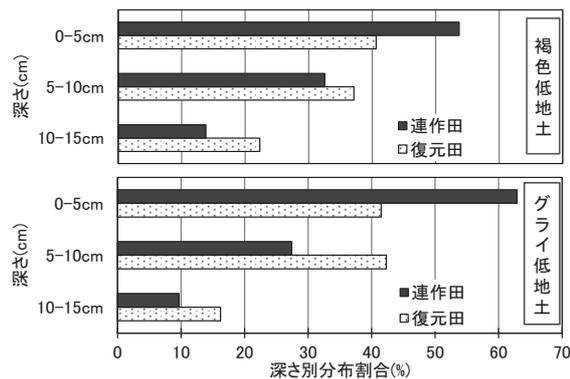


図28 水稻根の深さ別分布割合(上川農試1975)

さらに、深い土層に分布する根系の割合が連作田よりも多く(図28)、深く伸長した根が下層の広い範囲からも土壌窒素を吸収すると考えられる。

(2) 窒素施肥とタンパク質含有率

以上のように、復元田では土壌窒素の発現量や根の養分吸収能が高まり、水稻は旺盛な生育を示すが、特に復元初年目はその程度が顕著で、生育後半まで窒素吸収が持続する(図27)。反面、窒素の過剰吸収により倒伏や青米歩合・屑米の増加、タンパク質含有率の上昇をもたらす懸念がある。そこで、「北海道施肥ガイド2020」では復元田の窒素施肥に当たり、土壌型や前作物の種類、復元後の年数ごとに施肥標準に対する窒素の施肥率を設定している(表30)。例えば、前作が大豆で施肥標準が9 kg/10 aの圃場では、復元初年目の施肥率が70~80%であるので、6.3~7.2kg/10 aの施肥量となる。この減肥対応により、タンパク質含有率の上昇を回避して連作田と同程度の値を確保することが可能である(表31)。なお、土壌窒素供給の増大は復元後3年程度で解消され、それ以降は連作田と同様な施肥管理を行う。

表30 復元田に対する窒素施肥対応(北海道施肥ガイド2020)

| 土壌区分 | 前作物の種類 | 復元後の年数 | 施肥標準に対する 施肥率(%) | 施肥配分(%) | |
|-------------------------|------------------|------------|--------------------|---------|----|
| | | | | 全層 | 側条 |
| 低地土(乾) 灰色低地土 火山性土 | 豆類、麦類、そば、ばれいしよ | 1年目 2年目 | 70~80 100 | 50 | 50 |
| | てんさい茎葉すき込み、牧草、野菜 | 1年目 2年目 | 50~70 60~80 | | |
| | 秋まき小麦春すき込み* | 1年目 | 60 | | |
| グライ低地土 台地土 | 豆類、麦類、そば、ばれいしよ | 1~2年目 | 60~70 | | |
| | てんさい茎葉すき込み、牧草、野菜 | 1~2年目 | 40~60 | | |
| | 秋まき小麦春すき込み | 1年目 | 50 | | |
| 泥炭土 | 豆類、麦類、そば、ばれいしよ | 1~3年目 | 50~60 | | |
| | てんさい茎葉すき込み、牧草、野菜 | 1~2年目 | 30~50 | | |
| | 秋まき小麦春すき込み | 1年目 | 40 | | |

* 雪腐れ病の多発などによりやむを得ず起生期にすき込む場合の施肥対応

注1)透水性の大きい礫質土壌では減肥しない

注2)リン酸・カリの施肥量は施肥標準に従う

注3)秋まき小麦春すき込みの2~3年目は麦類に準ずる

表31 復元田産米の食味特性（中央農試1981～1983年）

| 復元後 年数 | 区分 | タンパク質 含有率(%) | アミロース 含有率(%) | 窒素施肥量 | |
|-----------|-----|-----------------|-----------------|----------|-----|
| | | | | (kg/10a) | 対比 |
| 1年目 | 復元田 | 8.9 | 23.5 | 6.9 | 63 |
| | 連作田 | 8.8 | 23.5 | 11.0 | 100 |
| 2年目 | 復元田 | 8.2 | 24.1 | 8.4 | 86 |
| | 連作田 | 8.4 | 24.0 | 9.8 | 100 |
| 3年目 | 復元田 | 8.2 | 24.2 | 9.8 | 94 |
| | 連作田 | 8.4 | 23.8 | 10.4 | 100 |

(3) リン酸、カリ施肥

復元田では、畑地利用時の肥培管理により、石灰やリン酸に加えてカリや苦土などが連作田に比べて多い傾向を示す。通常、リン酸およびカリの施肥量は施肥標準に従って差し支えないが、肥料価格が高騰していることから土壌診断値に基づく施肥対応を行って、必要以上の施肥を控えることが望ましい。

(4) 復元田における水稻栽培

衛星リモートセンシングによって、米粒タンパク質含有率を推定し連作田と復元田を比較した（表32）。それによると、復元田のタンパク質含有率の推定値は、土壌間差や年次間差がはっきりしていないが、連作田を上回っている。復元田で生産される米は、水稻の窒素吸収が生育後半まで持続し、タンパク質含有率が高まるため、食味特性に劣るとされる。先に述べた、復元田における窒素施肥対応や基本技術の励行、さらには、浅耕無代かきや密植栽培など、低タンパク化につながる技術の導入は有効である。しかし、これら対策を実施しても、同様な対策を行った連作田と同レベルの低タンパク米を生産することは無理があると考えべきで、極良食味米の作付けは避けることが望ましい。

表32 衛星リモートセンシングによるタンパク質含有率推定値（%）の比較（中央農試2001）

| 土壌 | 1999年 | | | 2000年 | | |
|--------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | 連作田 | 復元田 | 差 | 連作田 | 復元田 | 差 |
| 火山性土 | 7.2 | 7.2 | 0 | 7.4 | 7.9 | 0.5 |
| 灰色低地土 | 7.4 | 7.8 | 0.4 | 7.5 | 7.8 | 0.3 |
| グライ低地土 | 7.5 | 7.9 | 0.4 | 7.5 | 8.1 | 0.6 |
| 泥炭土 | 7.7 | 8.5 | 0.8 | 7.9 | 8.2 | 0.3 |

一方で、タンパク質含有率の基準が設定されない加工用米や飼料用米を導入して、豊富な土壌窒素を有効に利用して多収を目指すことも選択肢である。また、畑地に再び戻すことを考慮に入れて、水稻乾田（乾粳）直播および水稻無代かき移植栽培技術など、代かきを行わないことによる土壌の透排水性を損なわない技術が労力軽減と相まって普及し始めている。

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

V 病害虫の防除対策

I 病 害

- 1 令和6年の主要病害虫の発生状況（北海道病害虫防除所調べ）
- 2 水稻の苗立枯病と苗立枯細菌病・褐条病の特徴・見分け方と防除対策
- 3 種子伝染性病害の種子消毒
- 4 ばか苗病菌の水稻育苗工程における汚染防止のための注意点と対策
- 5 いもち病の防除対策
- 6 紋枯病と赤色菌核病の発生生態と防除対策

II 虫 害

- 1 令和6年の水稻主要害虫の発生状況（北海道病害虫防除所調べ）
- 2 イネドロオイムシの防除対策
- 3 アカヒゲホソミドリカスミカメの防除対策
- 4 フタオビコヤガの防除対策

III 農薬の適正使用

- 1 登録のある農薬を使用する
- 2 使用基準を遵守する
- 3 農薬の飛散（ドリフト）低減と後作物への残留対策
- 4 農薬の保管と使用にあたっての注意事項
- 5 農薬のRACコードについて

執筆：北海道農政部生産振興局 技術普及課 農業研究本部駐在
上席普及指導員 高 田 一 直（農業革新支援専門員）

V

病害虫の防除対策

I 病 害

1 令和6年の主要病害虫の発生状況（北海道病害虫防除所調べ）

(1) いもち病（葉いもち） 発生期 並 発生量 並

| | | | | | | |
|-------|------|---|---|---|---|------|
| 発生面積率 | 0.3% | （ | 平 | 年 | ： | 0.5% |
| 被害面積率 | 0.1% | （ | 平 | 年 | ： | 0.0% |

発生経過の概要：

- ・予察田における葉いもちの本田初発期は、平年よりやや早い～早かった。発生量は、比布町で平年より多く、北斗市で平年よりやや多く、岩見沢市で平年より少なかった。
- ・一般田の初発期は平年並であった。発生面積率、被害面積率はいずれも平年並であった。

発生要因の解析：

- ・BLASTAMによる葉いもち発生時期の予測では、7月上旬に全道的な感染好適条件が認められた。
- ・一般田では、近年少発生が続いており伝染源が少なく、早期の発生につながらなかった。また、適切な防除により発生量を低く抑えることができた。

(2) いもち病（穂いもち） 発生期 やや早 発生量 並

| | | | | | | |
|-------|------|---|---|---|---|------|
| 発生面積率 | 0.3% | （ | 平 | 年 | ： | 0.4% |
| 被害面積率 | 0.1% | （ | 平 | 年 | ： | 0.0% |

発生経過の概要

- ・予察田の穂いもちの初発期は、いずれの地点も平年より早く、発生量は平年よりやや多い～多かった。
- ・一般田の初発期は平年並だった。発生面積率、被害面積率はいずれも平年並であったが、一部地域で被害に至った。

発生要因の解析：

- ・一般田では葉いもちの発生も平年並に抑えられており、適切な防除により発生量を低く抑えることができた。

表1 予察田におけるいもち病最盛期（月. 半旬）（令和6年）

| 地 点 | 品 種 名 | 葉 | | 枝 梗 | | 首 | | 節 | |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 本 年 | 平 年 | 本 年 | 平 年 | 本 年 | 平 年 | 本 年 | 平 年 |
| 北 斗 市 | きらら397 | 7.4 | 7.6 | 8.2 | 8.5 | 8.4 | 9.1 | 9.2 | 9.2 |
| 岩 見 沢 市 | きらら397 | 8.2 | 7.6 | 9.2 | 8.6 | 8.6 | 9.2 | 8.6 | 9.2 |
| | ななつぼし | 7.6 | 8.1 | 9.2 | 8.4 | 9.2 | 9.1 | 9.2 | 9.2 |
| 比 布 町 | きらら397 | 7.6 | 8.1 | 8.2 | 8.5 | 8.6 | 9.1 | 8.4 | 9.1 |
| | ななつぼし | 7.6 | 7.6 | 8.2 | 8.6 | 8.6 | 9.1 | 8.2 | 9.1 |

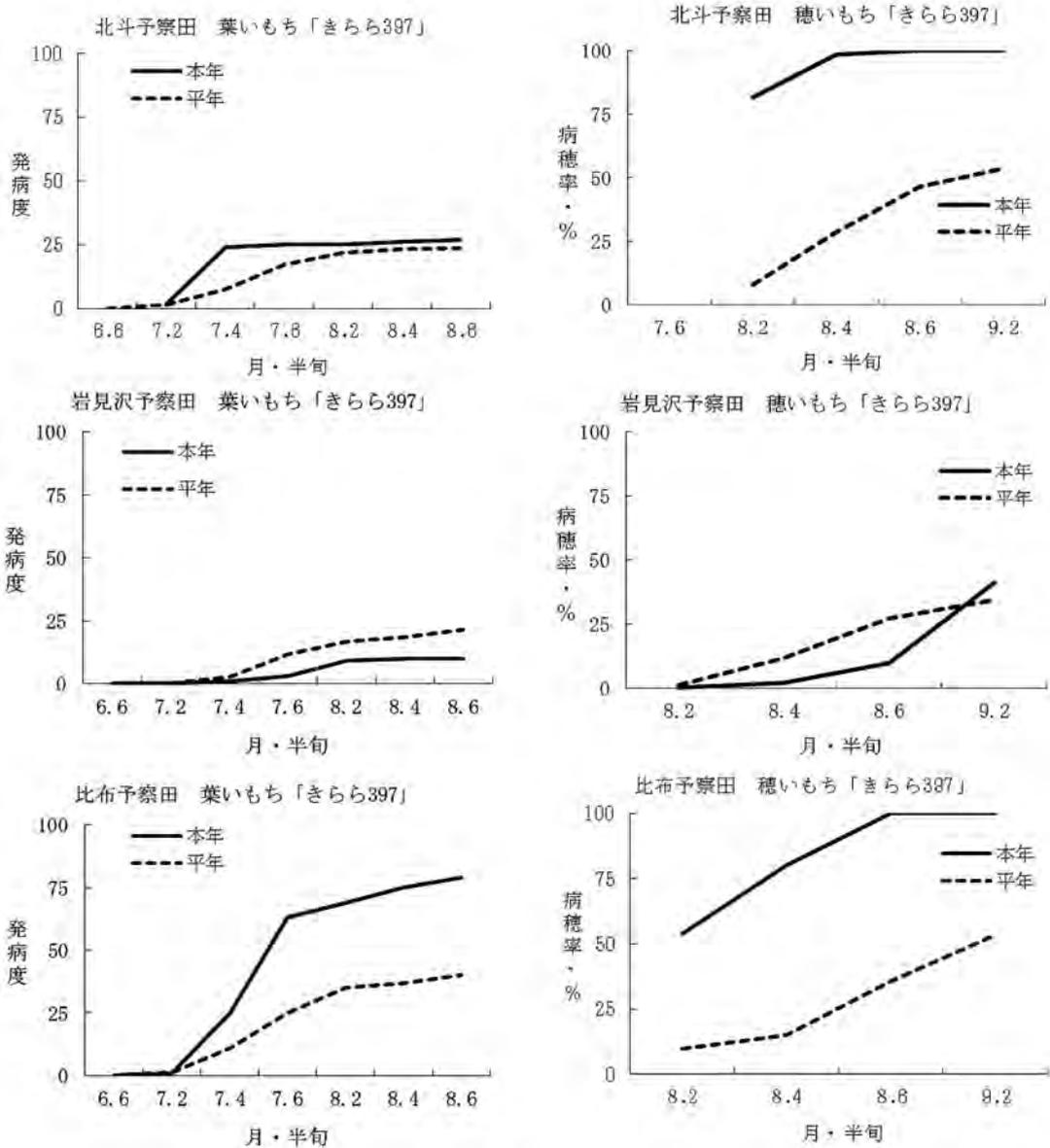


図1 予察田における葉・穂いもちの発生推移
(令和6年 道南農試、中央農試、上川農試)

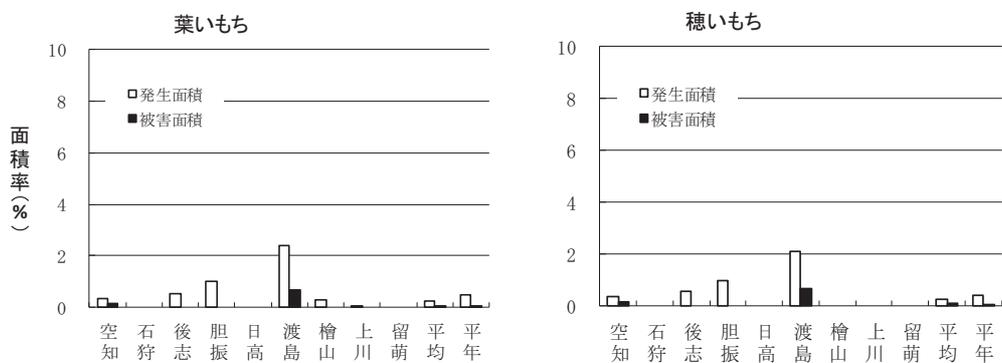


図2 現況調査における葉・穂いもちの発生状況 (北海道病害虫防除所)

(3) 紋 枯 病

発生期 並 発生量 並

| | | | | |
|-------|-------|---|----|----------|
| 発生面積率 | 19.5% | (| 平年 | : 21.5%) |
| 被害面積率 | 1.3% | (| 平年 | : 2.6%) |

発生経過の概要：

- ・予察田での初発期は岩見沢市で平年より早く、北斗市で平年並であった。発生量は岩見沢市では平年よりやや多く、北斗市では平年よりやや少なかった。
- ・一般田における初発時期は平年並であった。発生面積率、被害面積率とも平年並であった。

発生要因の解析：

- ・前年が多発のため水田内の菌密度は高まっていたものの、被害の多かった地域や常発地帯では防除が徹底された。

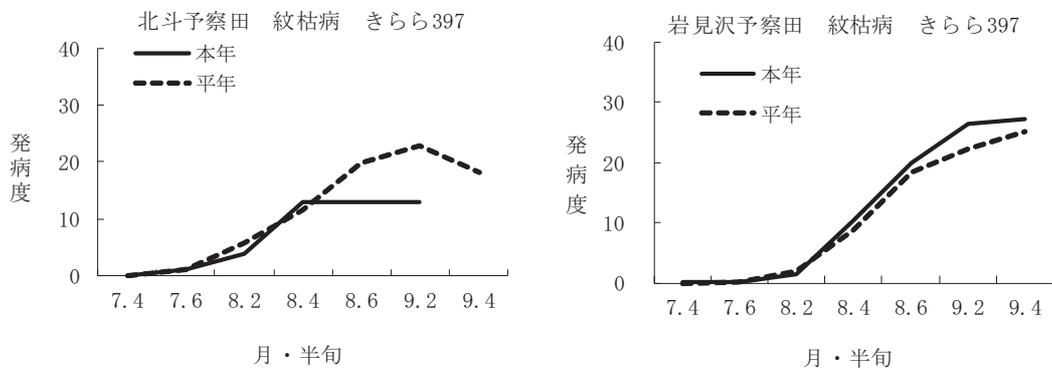


図3 予察田における紋枯病の発生推移 (令和6年 道南農試、中央農試)

表2 予察田における紋枯病の初発期・最盛期 (令和6年)

| 地 点 | 品 種 名 | 初 発 期 (月 日) | | 最 盛 期 (月 . 旬) | |
|---------|--------|---------------|----------|-----------------|-------|
| | | 本 年 | 平 年 | 本 年 | 平 年 |
| 北 斗 市 | きらら397 | 7 月 30 日 | 7 月 30 日 | 8 . 6 | 8 . 5 |
| 岩 見 沢 市 | きらら397 | 7 月 19 日 | 8 月 8 日 | 8 . 4 | 8 . 6 |

(4) ば か 苗 病

発生量 並

発生経過の概要：

- ・一般田における発生面積率は0.8% (平年1.1%) と平年並に低く、被害を認めた地域は限定的であった。

発生要因の解析：

- ・健全種苗が使用され、適切な種子消毒、育苗管理が実施されている。

(5) 苗立枯病 発生量 並

発生経過の概要：

- ・一般田における発生面積率は1.2%（平年1.0%）、被害面積率は0.2%（平年0.0%）と平年並であった。

発生要因の解析：

- ・育苗期間の天候が良好に経過し、適切に育苗管理が実施された。

(6) 種子伝染性細菌病 発生量 並

発生経過の概要：

- ・一般田における発生面積率は0.1%（平年0.2%）と平年並に低く、被害を認めた地域はなかった。

発生要因の解析：

- ・種子消毒が適切に実施されていることに加え、育苗期間の天候が良好に経過し、適切に育苗管理が実施された。

(7) 縞葉枯病 発生量 やや多

発生経過の概要：

- ・一般田における発生面積率は1.8%（平年0.5%）と平年より多かったが、被害面積率は0.0%（平年0.0%）と平年並であった。

発生要因の解析：

- ・5、6月は気温が高く推移し媒介虫の活動に好適だった。常発地域では防除が実施されており、被害は平年並に抑えられた。

2 水稲の苗立枯病と苗立枯細菌病・褐条病の特徴・見分け方と防除対策

苗立枯病と種子伝染性細菌病の苗立枯細菌病・褐条病は、いずれも育苗中に発生し、苗の立ち枯れ症状を起こすが、それぞれの病害で発生原因や特徴となる症状は異なる（表3）。

表3 水稲の苗立枯病と苗立枯細菌病・褐条病の特徴

| 病原体 | 病名 | 病原菌 | 地際部のカビの有無 | 特徴となる症状 | 多発条件 | |
|-----|--------|-----------|-----------|---------------------------|---|------------------------------|
| カビ | 苗立枯病 | ピシウム菌 | 無 | 地際部にカビはみえない | 育苗後半につぼ状に赤茶けて急激にしおれる（ムレ苗） | 緑化期の低温過湿・高pH（5.5以上） |
| | | フザリウム菌 | 有 | 地際部・籾に白～淡紅色のカビ | いずれも生育不良、しおれ、枯死 | 緑化期の低温過湿・高pH（5.5以上） |
| | | リゾープス菌 | 有 | マット苗表面が白いカビで覆われる | | 出芽時の高温多湿 |
| | | トリコデルマ菌 | 有 | 白→青緑色のカビが密生。ペーパーポットで発生が多い | | 低pH（4.0以下） |
| | | リゾクトニア菌 | 有 | クモの巣状の菌糸が絡みつく。 | | 下葉や葉鞘が灰緑色となってべとべとに腐る。 |
| 細菌 | 苗立枯細菌病 | バークホルデリア菌 | 無 | — | 葉身基部の白～黄白化、のちに針状となり萎凋、枯死。つぼ状～箱全体に発生。 | 出芽～育苗期間の高温多湿 |
| | 褐条病 | アシドボラックス菌 | 無 | — | 葉鞘～葉身に褐色の条線。育苗箱内で散在。激しい症状は「腰曲がり（転び苗）」となる。 | 循環式催芽器による催芽（食酢未使用）育苗初期の高温・多湿 |

注）苗立枯細菌病と褐条病は種子伝染性細菌病



写真1 ピシウムによる苗立枯病



写真2 フザリウムによる立枯症状と籾周辺の赤いカビ（右上）

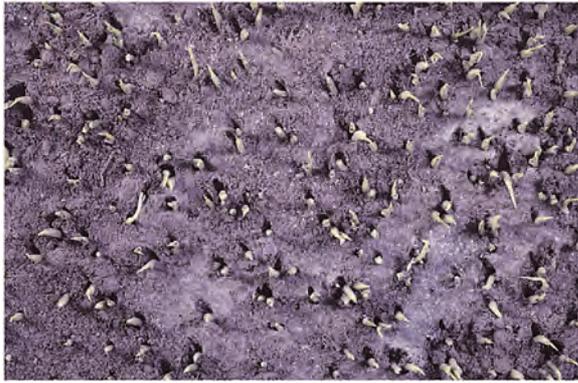


写真3 リゾープスによる苗立枯病



写真4 トリコデルマによる苗立枯病



写真5 褐条病 (左：葉鞘の褐条症状、右：腰曲がり症状)



写真6 苗立枯細菌病

【苗木枯病の防除対策】

- ① 苗木枯病は、カビによる病害である。土壌伝染のほか、ため水などのかん水で持ち込まれる場合もある。リゾープス菌、トリコデルマ菌は空気伝染もするため汚染された育苗箱は伝染源となるので、育苗箱は十分水洗いしてから消毒する。
- ② 基肥施用後、は種前の育苗床または育苗培土のpHは4.0～5.0と均一になるようにする。硫黄粉でpHを矯正する場合は、殺菌剤処理前に硫黄粉を施用し、矯正効果を確認した後、殺菌剤を処理する（同時施用等では矯正効果が劣る）。
- ③ 適正な育苗管理を行う（緑化期までの低温（10℃以下）では多発する）。
- ④ リゾープス菌では、育苗箱表面に菌糸の繁殖が見られた時は菌層を釘で突きさしてからかん水するか下部給水を行う（頭上かん水の場合、菌層が水をはじき育苗培土に水が浸透しないため）。
- ⑤ 発生時には薬剤でかん注処理を行う（使用農薬は「北海道農作物病害虫・雑草防除ガイド（北海道発行）」を参照）。

【褐条病・苗木枯細菌病の防除対策】

- ① カスガマイシン剤は道内の広範囲で耐性菌が確認されている。
- ② 種子は原則として採種ほ産を用いる。
- ③ 種子消毒を励行する。褐条病に対する温湯消毒の効果は不安定なので、催芽時の食酢処理と組み合わせる（次項3(1)(2)参照）。
- ④ 浸種は適温（10～12℃）で十分に行う。
- ⑤ 催芽は新しい水で行う。静置催芽又は蒸気催芽で行い、循環式催芽器を使用する場合は必ず食酢を併用する。
- ⑥ 出芽に際しては出芽器を使用しないほうが望ましい。
- ⑦ 出芽後～1葉期までの温度及び水管理には特に注意し、高温（25℃以上）・多湿にならないように適切な育苗管理を行う。
- ⑧ 発病苗は移植しない。

3 種子伝染性病害の種子消毒

北海道で主に問題となる水稲の種子伝染性病害は、ばか苗病、いもち病、苗木枯細菌病および褐条病である。種子伝染性病害に対する防除の基本は、健全種子の使用と種子消毒である。特に自家採種した種子は、病原菌を保菌している危険性が高いことから、採種ほ産の種子を使用する。

種子消毒は、化学農薬による消毒法と化学農薬に頼らない消毒法（生物農薬、温湯消毒、両消毒法と食酢処理との組合せ）があるが、十分な消毒効果を得るためにはそれぞれの消毒法における注意事項を遵守することが重要である。特に化学農薬に頼らない種子消毒法では、処理方法を誤ると防除効果が不安定となりやすいため注意する。

(1) 化学農薬による種子消毒

ア 種子浸漬

1) 次の行程の薬剤処理の段階で浸漬処理を行う。

塩水選→水洗→水切り→薬剤処理→放置→浸種→催芽→は種

2) 浸漬処理を行う場合は、処理後2日間放置し（陰干し）、水洗せずに浸種する。ただし、薬剤によっては浸漬処理後の風乾を省略してもよい。

3) 高濃度短時間処理の同一薬液使用回数を守る。

4) 薬液ともみの容量比は1：1以上とし、サラン網などの目の粗い袋を用い薬液処理時には十分攪拌する。

5) 薬液の調製は、はじめ少量の水とよく混ぜてのり状とし、そのあと全量の水で溶かす。

6) 消毒液温は10℃以上とし薬液が種粒によく接触するように十分攪拌する。

7) 消毒後は再感染しないように注意する。

イ 種子粉衣：「北海道農作物病害虫・雑草防除ガイド（北海道発行）」を参照。

(2) 化学農薬に頼らない種子消毒技術

ア 温湯消毒

1) 60℃で10分または58℃で15分間処理する。処理温度・時間を厳守する。

2) 処理後は速やかに水で冷却し、直ぐに浸種・催芽を行う。

3) 上記温度条件を厳守できる機種を使用する。また、使用する温湯消毒機種の使用上の注意事項（特に処理量）を遵守する。

4) J Aなどに設置された共同施設における温湯消毒後の種粒乾燥は、「温湯消毒粒の乾燥による保管技術」（平成23年指導参考事項）を参考にする。

5) 褐条病に対しては、温湯消毒の単独処理では化学合成農薬と比較して効果が劣り、実用的な効果は期待できない。催芽時食酢処理と組み合わせる。

（※種粒の充実度に不安がある場合や割粒が極端に多い粒を使用せざるを得ない場合などは、予め少量の種粒を用いて発芽に対する安全性を確認する。）

イ 生物農薬

生物農薬は使用する薬剤の使用方法に従って処理する。特に薬液温度は適切な温度を守る。

ウ 化学農薬に頼らない種子消毒技術の組合せ

生物農薬、温湯消毒、食酢を目的に応じ組み合わせることにより、化学合成農薬とほぼ同等の種子消毒効果が得られる。

1) 循環式催芽を行う場合の生物農薬と食酢との組合せ（図4 処理No.①、②）

浸種前に「エコホープ」または「エコホープDJ」の200倍液に種粒を24時間浸漬し（処理時の薬液温度は10℃以下あるいは30℃以上を避ける）、浸種を通常通り行った後、食酢液と循環式催芽器を用いて催芽を行う。使用する食酢は一般的に販売されている「穀物酢」（酸度4.2%）を用い、これを50倍に希釈して使用する。

なお、「エコホープDJ」は重曹を含んでおり、重曹が食酢の酸を中和するため、「エ

コホープDJ」の処理は浸種前に行うよう特に注意する。

2) 循環式催芽を行う場合の温湯消毒と食酢との組合せ (図4 処理No.③)

浸種前に種粒を60℃の温湯に10分間浸漬し、冷却後に浸種を通常通り行い、前述と同様に食酢液と循環式催芽器を用いて催芽を行う。温湯消毒、浸種、催芽などの処理条件は従来通り留意して行う。

3) 循環式催芽を行う場合の温湯消毒と生物農薬との組合せ (図4 処理No.④)

浸種前に種粒を60℃の温湯に10分間浸漬し、冷却後に浸種を通常通り行い、「タフブロック」の200倍液と循環式催芽器を用いて催芽を行う。

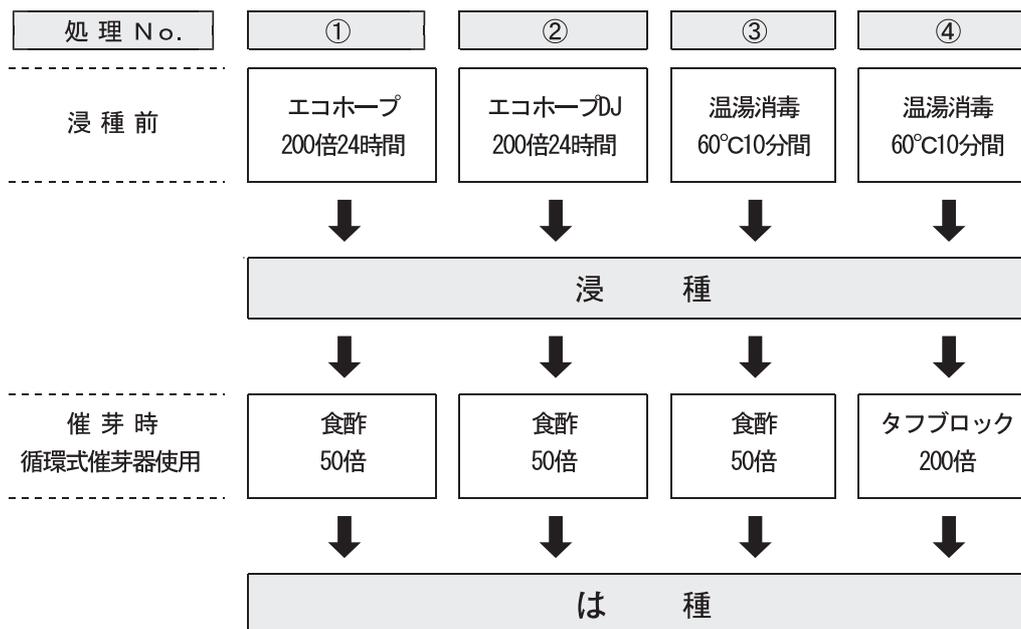
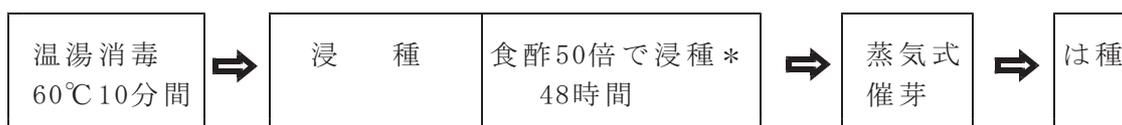


図4 循環式催芽を行う場合の温湯消毒と食酢の組合せと作業手順

4) 蒸気式催芽を行う場合の温湯消毒と食酢との組合せ

浸種前に種粒を60℃の温湯で10分間浸漬し、冷却後に浸種を通常通り開始、浸種後半に食酢液で48時間浸種する（食酢処理時間の許容範囲は24時間～72時間）。浸種後ただちに蒸気式催芽を行う（図5）。

使用する食酢は一般的に販売されている「穀物酢」（酸度4.2%）を用い、これを50倍に希釈して使用する。



* 浸種期間の日数は今までと変えず、最後の水交換時に浸種液を食酢液にする

図5 蒸気式催芽を行う場合の温湯消毒と食酢の組合せと作業手順

5) 食酢処理時の注意事項

- ① 食酢は穀物酢（酸度4.2%、写真7）のものを使用し、水で50倍に希釈する。
- ② 一度使用した食酢液は再利用できない。
- ③ 使用後の廃液は、法令に従って適正に処理する。

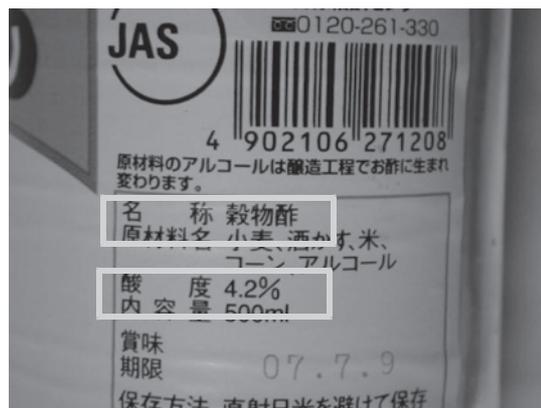


写真7 穀物酢ラベルの例

◎食酢は必ず「穀物酢（酸度4.2%）」を使用する。
 ※酸度が2倍の「特濃酢」があるので注意する。

4 ばか苗病菌の水稲育苗工程における汚染防止のための注意点と対策

(1) ばか苗病菌の水稲育苗工程における汚染の要因解析

水稲生産者の種子搬入～育苗定置の各作業工程において、使用する機材や周辺環境にはばか苗病菌が広く存在する。特に検出割合が高いのは、使用機材では水槽、催芽器、種子保管用のバットやシート、は種機、育苗箱であり、周辺環境では籾すり機、精米機、落ちている糠・粃・粃殻、ハウス土壌であった（表4）。

表4 ばか苗病菌検出場所（平成30年～令和2年：3カ年調査結果）

| 作業工程 | 搬入後の種子保管時 | 浸種時 | 催芽時 | 催芽後の種子保管時 | は種時 | 箱苗定置時 |
|--------|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------|---|------------------------|
| 菌の検出場所 | トラック荷台、水槽、床 | 水槽、作業空間 | 水槽、催芽器、脱水機、棚、シート、糠、作業空間 | バット、シート、麻袋、籾すり機、精米機、床、糠、昇降機 | は種機、は種板、育苗箱、成苗ポット、籾すり機、籾、糠、昇降機、ハウス資材、作業空間 | 籾殻、糠、ハウス土壌、ハウス資材、灌水ホース |

(2) ばか苗病汚染リスクを低くする対策

籾殻、糠などの清掃により作業場を清浄に保つ、水槽の丁寧な洗浄により水を介した病原菌との接触リスクを低減、浸種、催芽時の基本技術の励行（浸種時の水交換、浸種時の適正温度管理、催芽時の適正温度管理）が重要である。

また、褐条病対策として有効な浸種時後半（蒸気式催芽対応）あるいは催芽時（循環式催

芽対応)の食酢(酸度4.2%)50倍液処理は、消毒済み種子へのばか苗病菌の汚染を低減させることができる。

(3) ばか苗病汚染防止のための注意点と対策

ばか苗病菌の水稻育苗工程における汚染を防止するための注意点と対策は、いずれの作業工程にも病原菌が広く存在することを認識し、清掃、洗浄・消毒、食酢処理などによる汚染源の除去と、浸種・催芽時の適切な温度管理による汚染低減を組み合わせ、育苗工程全体を通して汚染リスクを下げるのがあげられる。表5に示した各作業工程ごとの注意点と対策(作業チェックシート)に努める。また、MBC系薬剤(ベノミル剤、チオファネートメチル剤)耐性菌が広範囲で確認されているため注意する。

表5 各作業工程ごとの注意点と対策(作業チェックシート)(道総研農業研究本部農業技術情報広場HP参照)

| 作業工程 | チェック | 汚染防止のための注意点と対策 |
|-----------------|------|---|
| 作業工程全般に関する基本的事項 | | 温湯消毒後の種子は汚染されやすい状態なので、特に注意が必要である。 |
| | | 脱穀・精米用設備等は使用後の清掃を丁寧に行う。これらに種子や使用する機材が接触しないよう留意する。浸種～播種作業も離れた場所で行う。 |
| | | 作業場所の清掃を徹底し、稲わら、籾殻、粃、糠、粉じん等が残らないようにする。 |
| 搬入後の種子保管 | | 搬入トラックの荷台はあらかじめ洗浄する。 |
| | | 種子保管用の水槽やバット等はあらかじめ洗浄して清潔な状態を保つ。種子は作業場の床に直置きしない。 |
| | | 消毒済み種子は清潔を保ち、過湿にならないように保管する。 |
| 浸種時 | | 水槽は事前にブラシを使って丁寧に手洗いし、0.0125%の次亜塩素酸塩液等で消毒する。 |
| | | 循環式催芽器で水循環する場合、水槽以外に使用する機材も事前に丁寧に洗浄する。 |
| | | 浸種はこまめ(2~3日ごと)に水交換を行う。水温は15℃以上にはせず、10~12℃の適正管理を励行する。 |
| | | 蒸気式催芽では、褐条病対策としての浸種後半の食酢50倍液による2日間処理を実施する。 |
| | | 浸種中は水槽の上をビニル等で覆い、粉じん等の混入を防ぐ。 |
| 催芽時 | | 水槽は事前にブラシを使って丁寧に手洗いし、0.0125%の次亜塩素酸塩液等で消毒する。 |
| | | 催芽機や脱水機等も事前に丁寧に洗浄する。 |
| | | 温度は30℃未満にはせず、30~32℃の適正管理を励行する。 |
| | | 循環式催芽では、褐条病対策としての食酢50倍液処理を実施する。 |
| | | 催芽中は水槽の上をビニル等で覆い、粉じん等の混入を防ぐ。 |
| 催芽後の種子保管 | | 種子を広げるバットやシート等はあらかじめ洗浄して清潔な状態を保つ。種子は作業場の床に直置きしない。 |
| | | 催芽後の種子は清潔を保ち、過湿にならないように保管する。 |
| 播種時 | | 育苗箱等は前年使用後に土や根が残らないように丁寧に洗浄し、使用するまでは粉じん等がかからないよう片付けておく。中性次亜塩素酸カルシウムの1000倍液等で消毒するのが望ましい。 |
| | | 播種機や播種板は事前によく清掃しておく。 |

*個々の作業に過度に神経質になるのではなく、環境対策も含め作業工程全体としてきれいにしていくよう意識することが重要である。

5 いもち病の防除対策

いもち病は水稲重要病害の一つで、平成20～22年に3年連続して多発となり全道的に大きな被害を受けたことを記憶している方も多いと考える。また、温暖化傾向にともなって、発生に好適な条件が早まることも予想されるため、今後も注意が必要である。本病が多発すると減収被害が大きく、特に出穂前にずりこみ症状となった場合には著しい被害となる。いもち病は発病部位によって、苗いもち、葉いもち、穂いもち、節いもちなどと呼ばれているが、いずれも同一の病原菌によるものである（写真8）。



写真8 いもち病の症状

（1：葉いもち病斑 2：穂いもち 3：ずり込み症状 4：穂首いもち 5：節いもち）

(1) いもち病の伝染経路と発生生態

いもち病の第一次伝染源は、保菌種子または育苗ハウス内外の保菌籾殻・稲わらである（図6）。一般的に北海道では、育苗期間中にいもち病の発生は見られないが、保菌率の高い種子を使用したり、ハウス内外に前年度の罹病籾殻を散乱させた場合、保菌苗率（外見上では病斑などは見られないが、病原菌が感染もしくは付着している苗の割合）が高まり、移植後の発病が著しく早まる。

本病の発病適温は20～25℃とされ、初発危険期は平均気温で20℃、最低気温で16℃に達した時である。葉いもちでは病原菌の侵入から発病までは5～7日である。日照が不足すると稲体の抵抗力が低下し、発病を助長するほか、降雨は病原菌の侵入に不可欠で、降水量よりも葉の濡れている期間の長いことが感染に重要である。泥炭土壌では窒素供給が過多になり、

また、透水不良田では根が傷みやすいため、いずれも抵抗力を弱めて発病しやすくなる。窒素肥料の多用は同様の理由と、過繁茂によって多湿環境を作るため、著しく発生を助長する。地形的には、周囲を山で囲まれた川沿いのように露が乾きにくいところ、風通しの悪い水田、周囲の物陰で日照不足になる水田では多発しやすいので、特に注意が必要である。

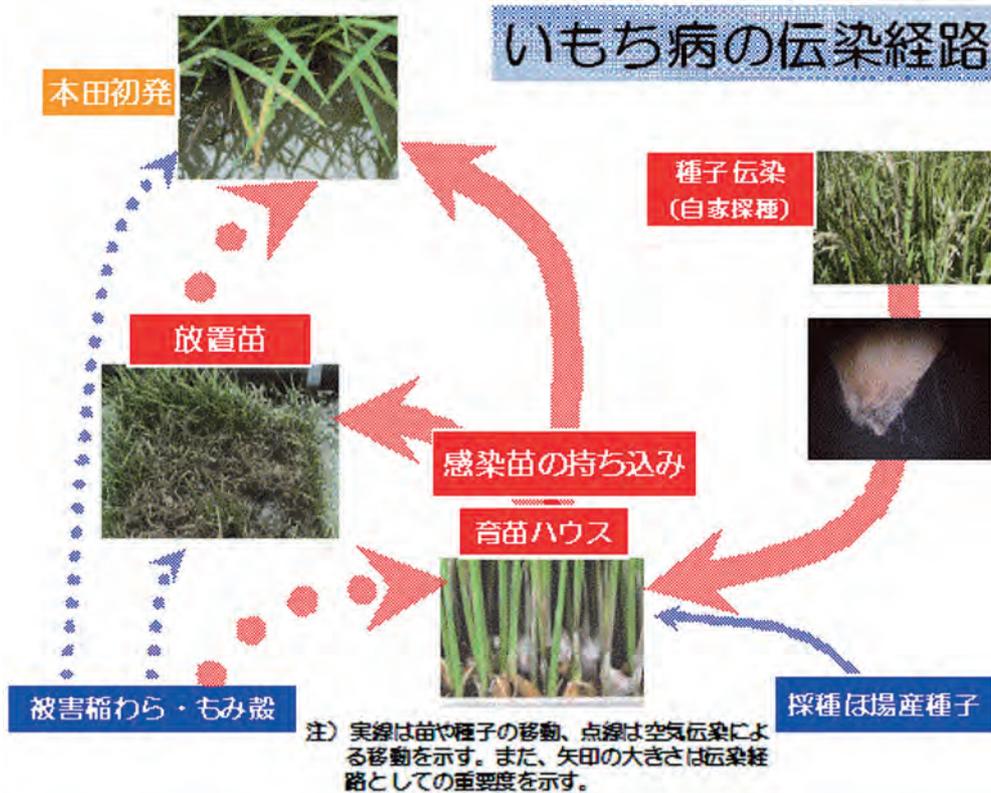


図6 いもち病の主要伝染経路

(2) 伝染源対策と耕種的防除 ～いもち病防除は、は種前からはじまる～

いもち病は保菌種子と被害わらや籾殻に由来する発病が主体である。保菌籾を種籾に使用した場合、購入種子と同じく種子消毒を行っても発病が早まることが確認された(図7)。現地でのいもち病多発生事例の要因解析を行った結果、保菌種子あるいは育苗ハウス内で保菌籾殻を使用したため苗床感染し、本田に持ち込まれ多発生になった可能性が高いことが分かった。さらに、移植後に水田放置された補植用苗もいもち病の重要な伝染源となる(図8)。

したがって、種子更新、種子消毒とは場衛生管理といった伝染源対策とあわせて、肥培管理による健全な稲づくりや品種の選択など、いもち病の発生を助長させない耕種的対策が重要である。

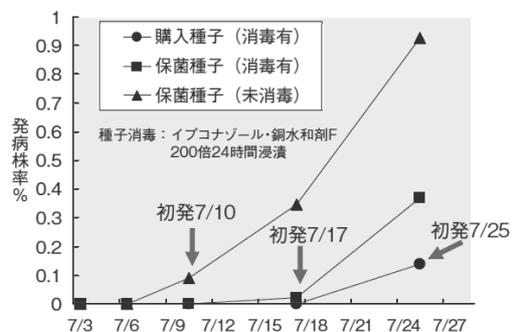


図7 本田における発病株率の推移状況 (上川農試 2000)



ハウス間に籾殻が散乱

通路の敷料に籾殻を使用



いもち病が発生した取り置き苗
これが感染源になり本田に拡大！

- ・補植が終わったら、
取り置き苗はすぐに処分
- ・畦畔などにひっくり返すのもダメ！

図8 育苗ハウス内外での籾殻利用例（上）と葉いもちが発生した取り置き苗（下）

【伝染源対策】

- 育苗ハウスやほ場周辺に、稲わらや籾殻を放置しない（ほ場衛生の徹底）。
- 種子更新により健全種籾（購入種子）を使用する。
- 種子消毒を徹底する（各消毒法の処理方法を遵守する）。
- 移植後の補植用に置き置きした苗は、放置せず速やかに除去する。

【耕種的対策】

- 常発地では、耐病性の劣る品種の作付けを避けるのが望ましい。
- ケイ酸質資材の施用に努め、透排水性を改善するなど健全な稲体の育成を目標に栽培する。
- 標準施肥量を厳守し、特に窒素肥料の多用は絶対避ける。
- 収穫後のわらはは、積み上げずに薄く土壌表面に拡散して越冬させる（図9）。

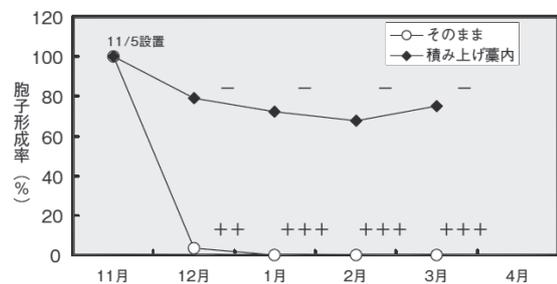


図9 積雪下におけるいもち病菌の越冬状況
（上川農試 2000～2001）
濡れ程度：-（湿気が少しある）、+～++++（濡れ少～多）

(3) 移植後の葉いもち対策 ～見歩き調査（モニタリング）で防除判断～

水田内での葉いもちの発生推移を調べた結果、初発から発病株率10%程度までは発病株率の増加が比較的緩やかであるが、それ以降は急激にまん延し発病株が増加した（図10）。初発から発病株率10%程度の時期を要防除時期として茎葉散布を開始すれば、いもち病による被害を防げる（表6）。

水田内で葉いもちのモニタリング（見歩き調査）をすることで、防除の要否が判断できる。

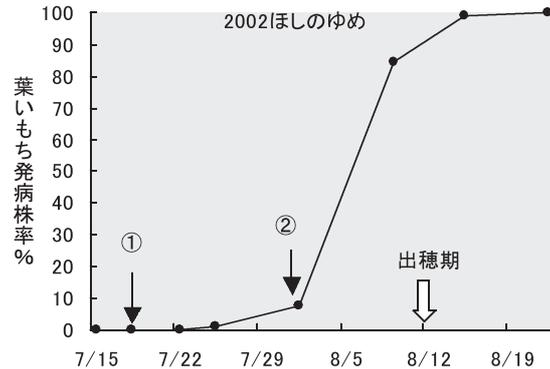


図10 葉いもち発病株の推移（2002年「ほしのゆめ」）

図中の①：発病株率0.02%、②：発病株率7.7%

表6 茎葉散布の開始時期における穂いもちに対する防除効果の違い

| 散布開始 | 試 験 年 次 | | | | |
|-------|---------|---------|---------|-------|-------|
| | 1998年 | 2000年 A | 2000年 B | 2001年 | 2002年 |
| 早 い | 87 | 93 | 60 | 95 | 92 |
| 要防除時期 | 88 | 96 | 61 | 94 | 90 |
| 遅 い | 51 | 93 | 40 | 77 | 72 |

注1) 表中の数値は防除価（値が大きい方が防除効果が高い。100が最高値）

注2) 要防除時期：葉いもち発病株率が数%～10%の時期

ア 調査時期

- 止葉始とその1週間後（7月10日以前は不要）に実施する。調査間隔は1週間以内とし出穂まで行う。
- 地域や品種によって生育時期が遅い場合は、止葉始の1週間前（幼穂形成期の約5日後）から実施する。
- BLASTAM（用語解説参照）による感染好適日、準感染好適日が多く出現した場合には、調査間隔を短くして適宜調査する。

イ 調査方法

- 見歩き調査は、水田内をゆっくりとした速度で歩きながら、少し前かがみの姿勢で上から株を見下ろし、下葉の病斑を探す（写真8-1、9）。
- 1畦10m（約80株）4か所を調査する。
- 葉いもちの発生には偏りがあるので、近



写真9 初発期の葉いもち病斑

（下葉に発生した病斑を探す）

くを調査するのではなく、できるだけ離れた場所を調査する。また、葉色の濃い場所や、建物のかげなど経験的にいもち病が発生しやすい場所を中心に調査する。

ウ 防除の判断

◎10m・4か所の見歩き調査で、葉いもちの病斑が見つからなければ、その時点での防除は不要である。

◎葉いもち病斑が1個でも見つければ、すぐに茎葉散布を開始し、出穂期の基幹防除まで1週間間隔で防除を行う。

【用語解説】

- ① 止葉始：「全茎の止葉が5%抽出した日」。イメージとしては、1株の中で一番生育の早い茎の止葉が展開し始めた頃。
- ② BLASTAM：アメダスの気象データを元に、葉いもちの感染が起こりやすい日（感染好適日）を判定する。

北海道病害虫防除所HPで「BLASTAMによる葉いもち感染好適日」を公開

<http://www.agri.hro.or.jp/boujoshou/blastam/index.htm>

(4) 穂いもちの基幹防除 ～出穂をよく観察して適期防除～

穂いもち対象の基幹防除は出穂期の1回が基本である。ただし、葉いもちの発生が多く、天候不順により出穂期間が長引く場合は、散布間隔を1週間程度として穂が完全に揃うまで散布を行う。

防除薬剤の種類により、穂いもちに対する防除効果には差が認められる。主に菌糸の進入を阻害する、いわゆる予防効果主体の成分を含むラブサイドフロアブル、ビームゾル、カスラブサイド水和剤、ブラシン水和剤は、穂揃期までの散布でいずれも十分な効果が認められた（図11）。

モニタリングによる葉いもち防除と穂いもちの基幹防除をまとめた防除体系を、図12に示した。

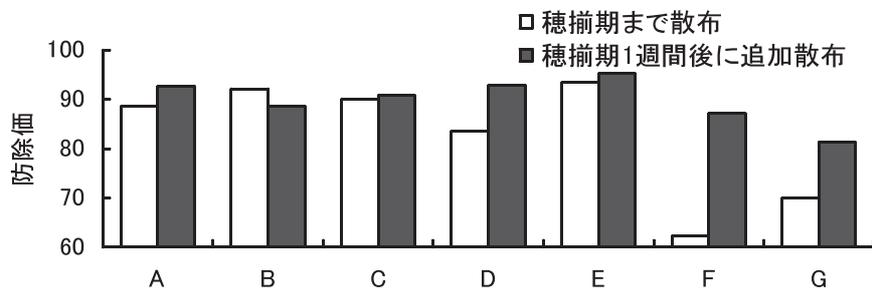


図11 薬剤による穂いもちに対する防除効果の比較

A：ラブサイドフロアブル B：デラウスフロアブル（耐性菌出現） C：ビームゾル
D：カスラブサイド水和剤 E：ブラシン水和剤 F：カスミン液剤 G：ヒノザン乳剤

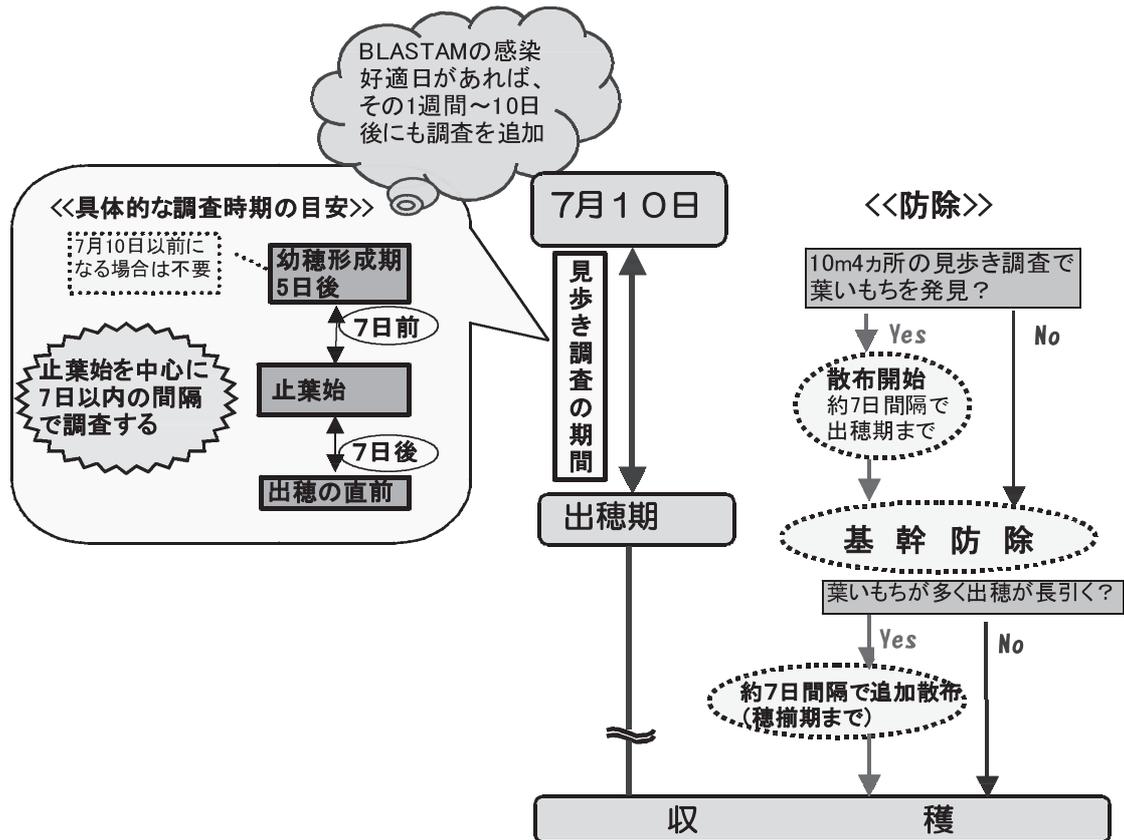


図12 「いもち病」の防除体系

(5) 薬剤耐性菌について

道内各地でMB I-D剤耐性菌が確認されている。また、メトキシアクリレート（Qo I）系剤（アズキシストロビン剤、オリサストロビン剤、メトミノストロビン剤）は西日本や東北地方の一部で耐性菌が確認されており、耐性菌発生リスクが高い。北海道でのQo I系剤に対する耐性菌は確認されていないが使用に当たって下記の点に注意する。

- ① 使用は年1回とする。
- ② 体系防除を行う場合は作用性の異なる薬剤と組み合わせる。
- ③ 採種ほどの使用は避ける。
- ④ 規定量の処理を行う。

(6) 穂いもちほ場抵抗性に応じたいもち病に対する育苗箱施用剤の活用法

ア 育苗箱施用剤の葉いもち及び穂いもちに対する効果

穂いもちほ場抵抗性“やや弱”の「ななつぼし」において、育苗箱施用剤の葉いもちおよび穂いもちに対する防除効果を検討した結果、薬剤の種類や処理時期に関わらず葉いもちに対して高い防除効果を示したが、穂いもちに対する防除効果は不十分であった（表7）。

表7 育苗箱施用剤の葉いもちおよび穂いもちに対する防除効果 (2020年上川農試)

| 薬剤* | 処理時期 | 葉いもち | 葉いもち | 穂いもち | 穂いもち |
|--|--------|-------|------|------|------|
| | | 病斑面積率 | 防除価 | 被害度 | 防除価 |
| イミダクロプリド・クロラントラニプロール・ <u>イノチアニル</u> ・ペンフルフェン粒剤 | 播種時覆土前 | 0.04 | 87 | 23.4 | 0 |
| シアントラニプロール・ <u>ジクロベンチアゾクス</u> 粒剤 | 播種時覆土前 | 0.01 | 97 | 14.1 | 17 |
| クロラントラニプロール・トリフルメゾピリム・ <u>ジクロベンチアゾクス</u> 粒剤 | 播種時覆土前 | 0.02 | 93 | 15.0 | 12 |
| テトラニプロール・ <u>ジクロベンチアゾクス</u> ・ペンフルフェン粒剤 | 播種時覆土前 | 0.02 | 93 | 15.8 | 7 |
| 無処理 | | 0.30 | | 17.0 | |

供試品種:「ななつぼし」(穂いもち圃場抵抗性“やや弱”)

*下線部はいもち病に対する有効成分

イ 育苗箱施用剤のみによるいもち病防除体系 (種子生産ほ場を除く)

穂いもちほ場抵抗性が「そらゆき」(“やや強”)以上の品種では、育苗箱施用剤(いもち病(葉)に対する指導参考あり)を用いることにより、近隣に発生ほ場がある場合でも移植後のいもち病防除は不要である(表8)。なお現行の「そらゆき」以上の“やや強”優良品種のうち、直播向け品種を除き育苗箱施用剤の使用が想定される品種は「吟風」、「彗星」、「そらゆき」が該当する。

表8 穂いもちほ場抵抗性に対応した育苗箱施用剤を用いたいもち病の効率的防除法

| 穂いもち圃場抵抗性 | 主な品種 | 育苗箱施用なし ¹⁾ | | | 育苗箱施用あり | | |
|-----------|---------|-----------------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|------|
| | | 葉いもち 茎葉散布 | 穂いもち 出穂期散布 | 追加散布 ²⁾ | 葉いもち 茎葉散布 | 穂いもち 出穂期散布 | 追加散布 |
| 強 | きたくりん | 不要 | | | 育苗箱施用剤不要 | | |
| やや強 | 吟風、彗星 | △ ³⁾ | 要 | 不要 | 不要 | | |
| | そらゆき | △ | 要 | △ | | | |
| | はくちょうもち | | | | | | |
| 中以下 | きらら397 | △ | 要 | △ | 不要 | 要 | △ |
| | ゆめぴりか | | | | | | |
| | ななつぼし | | | | | | |

1) 平成26年指導参考事項に基づいた防除法

2) 葉いもちの発生が多く、出穂が長引く場合に行う散布

3) △:発生対応型防除を適用する(平成16年普及推進事項)

4) 本成績で新たに提案する事項を網掛け、太字で示した

※「そらきりり」は穂いもち圃場抵抗性が“強”で、いもち病の本田薬剤防除を省略できる。

6 紋枯病と赤色菌核病の発生生態と防除対策

(1) 紋枯病、疑似紋枯症(赤色菌核病と褐色菌核病)の発生生態

最近の夏期の高温で発生が増加傾向にある。これまでは紋枯病防除が実施されていないほ場も多く、発生ほ場では伝染源の密度が高まっている可能性がある。茎を枯らす病害ではあるが、紋枯病のほかに疑似紋枯症の一つである赤色菌核病でも発生程度が高まれば収量、品質に影響を与えることから、発生程度に応じて防除が必要である。なお、最も高頻度に発生する褐色菌核病については、明らかな減収被害は認められていない。

ほ場での紋枯病は生育期間中の葉鞘に菌糸や菌核を作ることがあり、症状から確認するこ

とができる場合があるが、病勢の進展が緩慢な場合も多く、紋枯れ症状のみから各病害を識別するのは難しい（図13）。

また、赤色菌核病による節の黒変症状を節いもちと見間違えることがある（写真10、11）。違いは赤色菌核病では①枯れが必ず茎の下部からつながっていること②葉鞘には斑紋を伴う部分があることである。



疑似紋枯症(赤色菌核病・褐色菌核病)

・紋枯病と同じく葉鞘が枯れる ・同様にほ場の中にもよく発生する ・葉鞘の内側に小さな菌核が作られる

赤色菌核病



褐色菌核病



図13 紋枯病（上）、疑似紋枯症（赤色菌核病（左下）と褐色菌核病（右下））の特徴



写真10 赤色菌核病

(左：腰折れ症状 右：節の黒変)



写真11 節いもち

(2) 防除対策

発生程度に品種間差はないが、極端に茎数が多いなど株元の風通しが悪い環境では発生の増加が見込まれるため、窒素肥料の多用や極端な密植は避ける。

発生は場では前年の発生量が翌年の感染源の多少につながることから、収穫期の発生程度から、次年度の薬剤防除の要否を判断する。収穫期に病斑が止葉葉鞘まで達している株が散見されるような水田（病斑高率35%・発病度40）では、5%を越える減収が起きている（要防除水準、表9）。このようなほ場では、次年度も気象条件によっては同程度かそれ以上の発生となる可能性が高いため薬剤防除を実施する（図14、表10、11）。また紋枯病では茎葉散布も有効である。いずれの薬剤も、紋枯病と赤色菌核病はそれぞれ農薬登録が異なるので、使用に当たっては対象病害に留意する。

表9 紋枯病と赤色菌核病の要防除水準

| 区分 | 要防除水準 | | 適用 |
|-----|-------|-----|---------------------|
| | 病斑高率 | 発病度 | |
| 紋枯病 | 35% | 40 | 赤色菌核病の要防除水準は紋枯病に準じる |

* 病斑高率 (%) : 株あたり病斑の最高位置 (cm) / 草丈 (cm) × 100

* 発病度は発病程度に応じた下記の指数をもと下式を用いて算出

| 指数 | 株当たりの発病状況 |
|----|---|
| 0 | 全く発病を認めないか、第4葉鞘までの発病である。 |
| 1 | 病斑が第3葉鞘まで達している。 |
| 2 | 株の半数以上の茎が発病し、大部分の病斑が第2葉鞘まで達している。 |
| 3 | 株の半数以上の茎が発病し、大部分の病斑が止葉葉鞘まで達している。止葉には生色がある。 |
| 4 | 株の半数以上の茎が発病し、そのほとんどが止葉から穂首まで侵され、止葉が枯死の状態を呈する。 |

* 発病度 = $\frac{\sum (\text{指数} \times \text{当該株数})}{\text{最大指数} \times \text{調査株数}} \times 100$

| | |
|---------------------|--|
| ①前年の収穫期に 防除要否を判断 | 収穫期のほ場で止葉葉鞘にも紋枯症状が散見される。 (10株(縁～内部)×5カ所調査では場の発病度40 または病斑高率35%以上) |
| ②防除対策の選択 (AまたはB) | A 両病害に有効 育苗箱施用剤または水面施用剤(表10、表11参照) B 紋枯病には以下も有効 茎葉散布(無人へりまたは地上散布) 薬剤:チアメトキサム・アゾキシストロビン水和剤F ¹⁾ またはフルトラニル水和剤F ²⁾ 効果の高い散布時期:出穂20日前+出穂期の2回散布 |

図14 水稻の紋枯病および赤色菌核病の防除対策

1) 商品名:アミスターアクタラSC 2) 商品名:モンカットフロアブル40

表10 紋枯病・赤色菌核病に対する育苗箱施用剤の効果

| 処理時期 | 供試薬剤 | 防除価 | |
|-------|---|-----|-------|
| | | 紋枯病 | 赤色菌核病 |
| 播種時 | イミダクロプリド・イソチアニル・ <u>ベンフルフェン</u> 粒剤 1) | 86 | |
| | イミダクロプリド・クロラントラニプロール・イソチアニル・ <u>ベンフルフェン</u> 粒剤 2) | 80 | |
| 移植3日前 | クロラントラニプロール・ <u>チフルザミド</u> ・プロベナゾール粒剤 3) | 85 | |
| 移植当日 | イミダクロプリド・イソチアニル・ <u>ベンフルフェン</u> 粒剤 1) | 96 | |
| | クロラントラニプロール・ <u>チフルザミド</u> ・プロベナゾール粒剤 3) | 77 | |
| | フィプロニル・ <u>フラメトビル</u> 粒剤 4) | 91 | |
| | イミダクロプリド・クロラントラニプロール・イソチアニル・ <u>ベンフルフェン</u> 粒剤 2) | | 75 |
| | クロチアニジン・スピネトラム・イソチアニル・ <u>フラメトビル</u> 粒剤 5) | | 63～77 |

*育苗箱施用剤の施用量はいずれも50g/箱

*複合剤の薬剤名は下線が紋枯病・赤色菌核病に対する有効成分

*試験は紋枯病が平成28～29年、赤色菌核病が平成27～29年の結果

*供試薬剤の商品名 1):エバーゴルフォルテ箱粒剤、2):エバーゴルワイド箱粒剤、3):Dr.オリゼフェルテラグレータム粒剤、4):プリンスリンバー粒剤、5):箱いり娘粒剤。

表11 紋枯病・赤色菌核病に対する水面施用剤の効果

| 処理時期 | 供試薬剤 | 施用量 | 防除価 | |
|--------|----------------------|---------|--------|-------|
| | | | 紋枯病 | 赤色菌核病 |
| 出穂10日前 | <u>フラメトビル</u> 粒剤 1) | 3kg/10a | 93～100 | |
| | <u>シメコナゾール</u> 粒剤 2) | 3kg/10a | 52 | |
| | <u>フラメトビル</u> 粒剤 1) | 4kg/10a | | 53～93 |
| | <u>シメコナゾール</u> 粒剤 2) | 4kg/10a | | 54～87 |

*複合剤の薬剤名は下線が紋枯病・赤色菌核病に対する有効成分

*試験は紋枯病が平成28～29年、赤色菌核病が平成27～29年の結果

*供試薬剤の商品名 1):リンバー粒剤、2):モンガリット粒剤。

Ⅱ 虫 害

1 令和6年の水稻主要害虫の発生状況(北海道病虫害防除所調べ)

(1) イネドロオイムシ 発生期 並 発生量 少

| | |
|-------|----------------|
| 発生面積率 | 2.3% (平年：7.1%) |
| 被害面積率 | 0.0% (平年：0.3%) |

発生経過の概要：

- ・予察田における産卵初発期は、長沼町で平年よりやや早く、北斗市で平年より遅かった。比布町では産卵が認められなかった。
- ・予察田における幼虫の発生量および被害は、長沼町では平年よりやや少なく、比布町および北斗市では平年より少なかった。
- ・一般田における発生面積率は2.3%と平年より低く、被害面積率は平年より低かった。

発生要因の解析：

- ・近年、効果の高い箱施用剤の使用が増えており、地域内の発生密度が低めに推移している。
- ・一般田における防除面積率は96.5%、平均防除回数は1.0回であった。

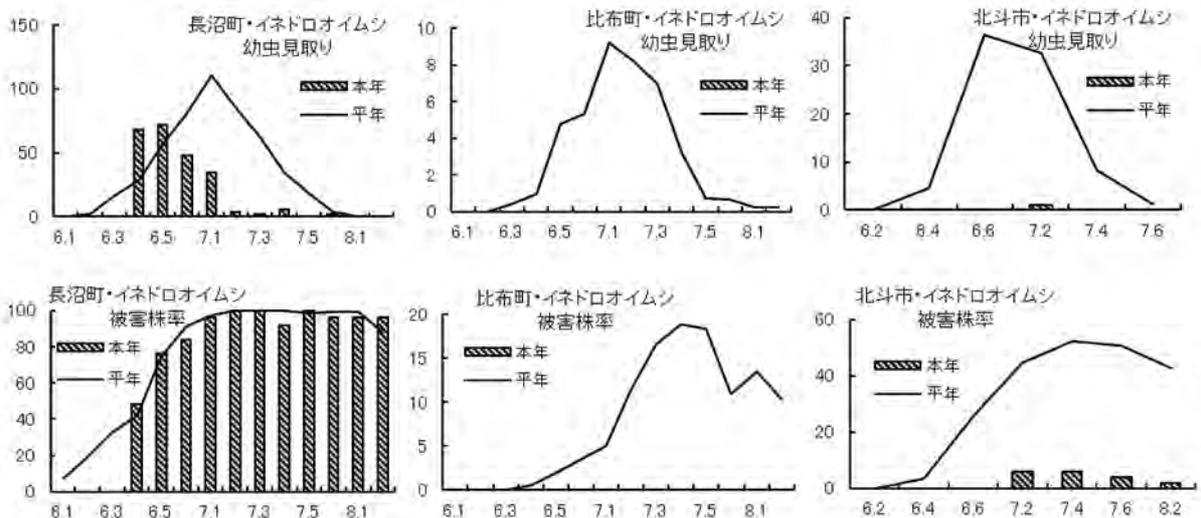


図15 予察田におけるイネドロオイムシ幼虫の発生と被害株率の推移

(令和6年 中央農試、上川農試、道南農試)

表12 イネドロオイムシ定点調査データ (月、旬)

| 地 点 | 産 卵 初 発 期 | | 幼 虫 最 盛 期 | |
|-----|-----------|-------|-----------|-------|
| | 本 年 | 平 年 | 本 年 | 平 年 |
| 長沼町 | 6 . 1 | 6 . 2 | 6 . 5 | 7 . 2 |
| 比布町 | — | 6 . 4 | — | 7 . 3 |
| 北斗市 | 7 . 1 | 6 . 2 | 7 . 2 | 6 . 6 |

(令和6年 中央農試、上川農試、道南農試)

(2) ヒメトビウンカ 発生期 やや早 発生量 やや少

| | |
|-------|------------------|
| 発生面積率 | 10.5% (平年：16.9%) |
| 被害面積率 | 0.2% (平年：0.2%) |

発生経過の概要：

- ・畦畔すくい取りによる越冬幼虫及び第1回成虫の発生期は平年よりやや早かった。
- ・予察田の水田すくい取りによる成虫数は、北斗市で平年より多く、長沼町では平年並、比布町で平年より少なかった。予察灯による誘殺数は、北斗市で平年より多く、長沼町では平年よりやや少なく、比布町で平年より少なかった。
- ・一般田における発生面積率は10.5%と平年よりやや低く、上川地方で発生が目立つ地域があった。

発生要因の解析：

- ・4月、5月の高温経過により初発はやや早まった。
- ・前年秋の発生がやや少なく、越冬密度はやや低かったと推測される。春季、夏季とも高温に経過したが、降雨により発生は抑制され、発生量は平年並に止まった。
- ・縞葉枯病の常発地域では箱施用剤による防除、夏季にはアカヒゲホソミドリカスミカメ等の他害虫との同時防除が行われている。
- ・一般田での防除面積率は94.0%、平均防除回数は2.1回であった。

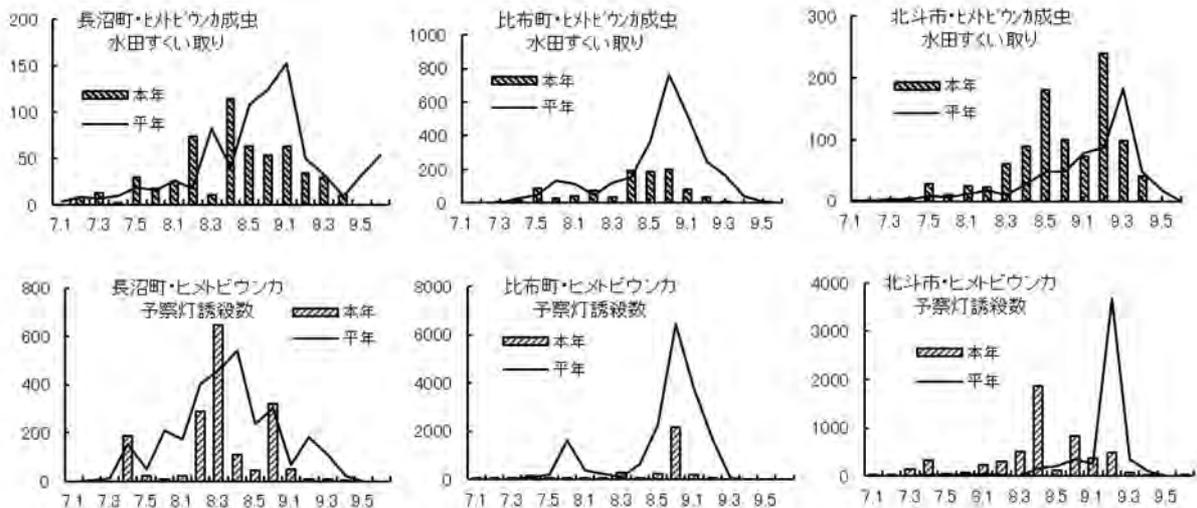


図16 予察田におけるヒメトビウンカの発生推移

(令和6年 中央農試、上川農試、道南農試 すくい取り：20回振り合計数)

(3) アカヒゲホソミドリカスミカメ 発生期 やや早 発生量 やや多

| | |
|-------|------------------|
| 発生面積率 | 31.6% (平年：28.7%) |
| 被害面積率 | 1.2% (平年：0.5%) |

発生経過の概要：

- ・予察灯による第2回成虫の初発期は、長沼町で平年より早く、比布町及び北斗市で平年並であった。

- ・ 予察灯による第2回成虫誘殺数は、北斗市で平年より多く、比布町で平年よりやや多く、長沼町では平年よりやや少なかった。7月下旬から8月の水田すくい取りによる成虫捕獲頭数は、長沼町で平年よりやや多く、比布町及び北斗市では平年並であった。
- ・ 予察田の割れ粃率は長沼町及び北斗市で平年より低く、比布町では平年並だった。斑点米率は、長沼町で平年より低く、比布町で平年並、北斗市では平年よりやや高かった。
- ・ 北斗市におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生状況は、予察灯による初誘殺日は平年より早く、7月下旬から8月の予察灯誘殺数と水田すくい取りによる成虫捕獲数はいずれも平年より多かった。
- ・ 一般田における発生面積率は31.6%と平年よりやや高く、被害面積率は1.2%で、空知と檜山地域で平年より高かった。

発生要因の解析：

- ・ 前年の発生は平年並で越冬密度も平年並であったと推測される。春季、夏季とも高温に経過したため増殖に好適であり、水田への飛び込みは多かったものと推測される。
- ・ 一般田では、防除が適切に行われた。防除面積率は99.9%、平均防除回数は2.4回であった。

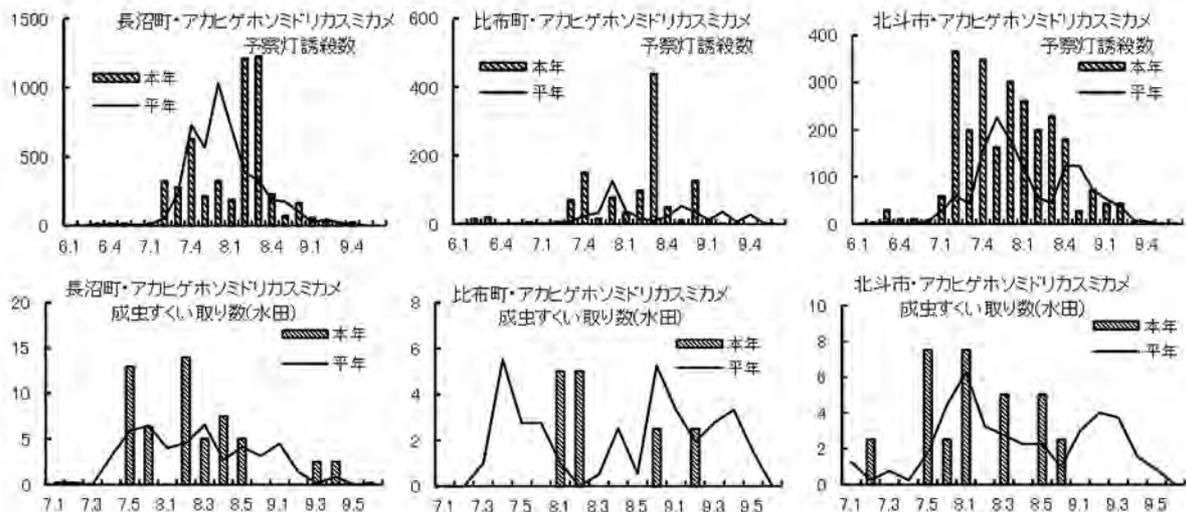


図17 予察田によるアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の予察灯による誘殺数と水田内すくい取り数の推移 (令和6年 中央農試、上川農試、道南農試)

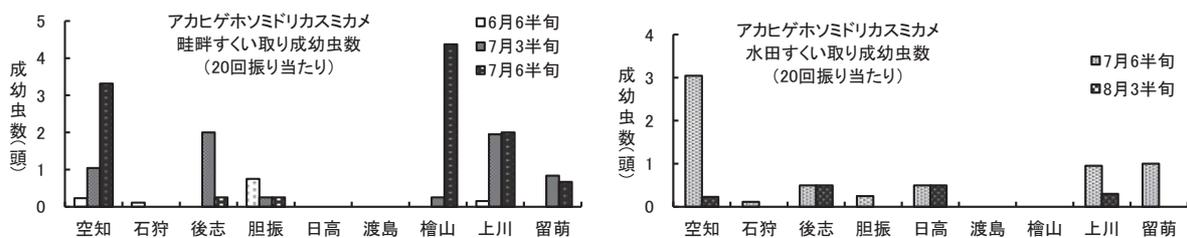


図18 巡回調査地点におけるアカヒゲホソミドリカスミカメのすくい取り虫数

(令和6年 北海道病害虫防除所 すくい取り：20回振り合計成幼虫数)

(4) フタオビコヤガ

発生期 並

発生量 少

| | |
|-------|----------------|
| 発生面積率 | 1.1% (平年：6.2%) |
| 被害面積率 | 0.0% (平年：0.1%) |

発生経過の概要：

- ・予察灯による第2～3回成虫の誘殺数は北斗市で平年並、長沼町及び比布町では平年より少なかった。予察田における被害葉率は、長沼町及び比布町で平年並、北斗市では被害が認められなかった。
- ・一般田における発生面積率は平年より低く、被害も認められなかった。

発生要因の解析：

- ・近年発生は減少傾向で、越冬密度は低かったと推測される。
- ・一般田では、本種に対して効果が認められる箱施用剤の使用が増え、併殺効果があったと推測される。防除面積率は85.4%、平均防除回数は1.3回であった。

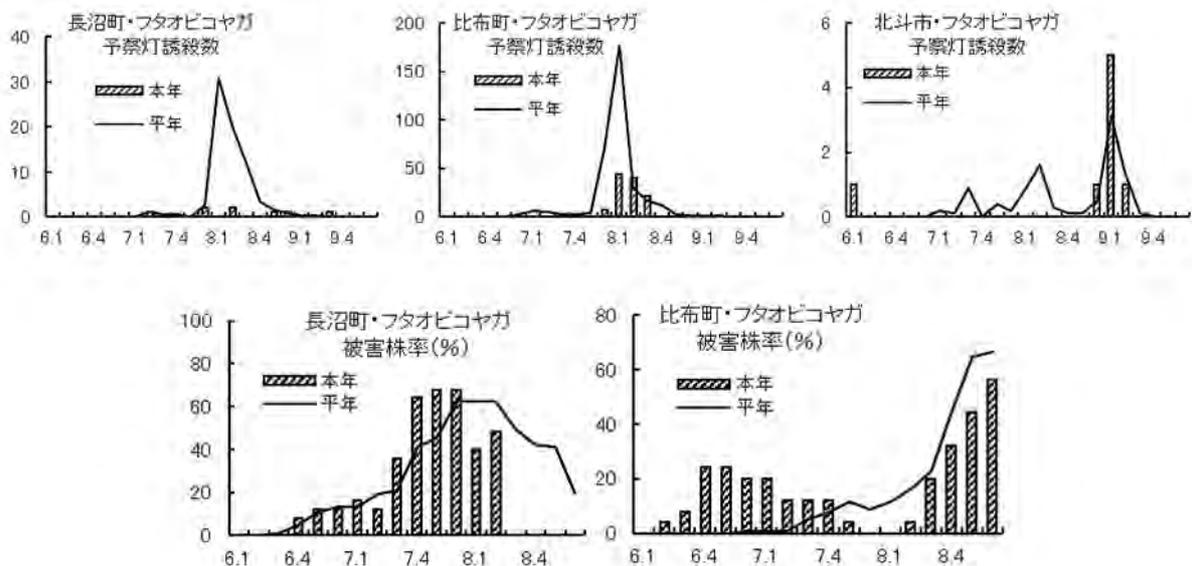


図19 予察田におけるフタオビコヤガの誘殺数と被害株率の発生推移
(上：予察灯誘殺数 下：被害株率、令和6年 中央農試、上川農試、道南農試)

(5) コブノメイガ

発生量 並

発生経過の概要：

- ・北斗市において、予察灯による初誘殺日は8月31日と平年より遅かったものの、8月から9月の誘殺数は7頭と平年より多かった。北斗市の予察田における被害株率は平年並であった。

発生要因の解析：

- ・主たる成虫の飛来時期は8月下旬以降だったと考えられる。水稻の成熟は平年より早く、9月上旬には成熟期を迎えており被害は平年並に留まったと推測される。

2 イネドロオイムシの防除対策

(1) 発生の特徴と要防除水準

- ア 6～7月が曇雨天や低温の年は加害期間が長引くので、発生状況に注意する必要がある。
- イ 直播栽培では、移植栽培に比べ発生量は少なく、発生は遅くなるが、食害葉率が低くても減収するので注意する。
- ウ 移植栽培では被害葉率50%以下では減収はしないが、70%以上では減収する。6月（産卵盛期）の卵塊数から被害を予想し、防除の要否を判断する（茎葉散布の項目を参照）。
- エ 直播栽培では被害葉率15%前後で減収することがある。

(2) 薬剤防除

ア 薬剤抵抗性情報

有機リン系及びカーバメート系剤抵抗性個体群は道内広範囲で発生が認められている。フィプロニル剤抵抗性個体群とイミダクロプリド剤抵抗性個体群は一部の地域において確認されている。イネドロオイムシでは薬剤抵抗性が発達しやすいので、同一系統の育苗箱施用剤は連用しない。

イ 床土混和（育苗箱土壌処理）

- 1) 使用する土壌は育苗箱（60cm×30cm×3cm）で約5L、型枠では約2Lとし、土壌と十分混和する。
- 2) 床土の種類によっては薬害が発生する恐れがあるので、安全が確認されている床土を使用する。また、次のような土壌の場合は施用しない。
 - ① 火山性の畑土および山土（りん酸吸収係数2,000以上のもの）
 - ② 砂土等有機物含量の少ない土壌。
 - ③ なお、火山灰土、砂土等薬害を生じやすい土壌の場合でも、モンモリロナイト（粘土の一種）に富む育苗資材を床土に5%程度混和することにより、薬害を軽減することができる。

ウ 育苗箱施用

- 1) 所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する。防除効果の低下を防ぐため、葉に付着した薬剤を払い落とした後、軽く散水する。
- 2) 移植後は速やかに水田に水を入れる。
- 3) 床土が砂質やウレタンマットの場合は施用しない。
- 4) 過度の軟弱苗には使用しない。

エ 茎葉散布（イ、ウの防除を実施していれば不要）

- 1) 産卵最盛期に株当たり平均2卵塊以上になると、収量に影響するので、防除が必要である。1卵塊以下では防除は不要である。
- 2) 防除要否判断のためのモニタリング法（「虫見番」を利用する）
 - ① 卵塊の数え方：小卵塊や葉裏の卵塊等の見落としは無視して、見える範囲の簡便な調査が良い。

- ② 調査水田の選択：苗質や移植時期の違い、小型の水田、屋敷や立木に囲まれた水田、飛び地の水田等特徴的な水田は個別に調査する。
 - ③ 調査株の選択：基本的には対象水田の畔際から2～3m入った任意の株でよい。ただし、風通しや生育の良否、山林・河畔林・幹線道路に接しているか否か等に留意する。
 - ④ 調査に必要な株数：「虫見番」（逐次抽出調査法）に基づき調査する。
 - ⑤ 調査の時期：卵塊の最盛期を中心とした前後10日間。卵塊の最盛期は下記のいずれかの方法で予測し調査開始日を決める。
 - 有効積算温度法：卵塊最盛期 = (越冬直後からの日平均気温 - 11.5℃) の累積値が192に達した初日。ただし、() 内の計算値がマイナスの場合は0とする。
 - 特定気象条件法：卵塊最盛期 = 6月Y日 = 15.18 + 0.298X。
ただし、X = 5月21日以降の最高気温が25℃を超えた日。なお、6月にずれ込んだ場合は5月換算値をXとする（例：6月1日は5月32日となるのでX = 32）。
- 3) 幼虫は、老齢になると防除効果が低下するので、若齢期に防除する。

【直播栽培における要防除水準を活用した防除方法】

- (1) イネドロオイムシの発生密度の簡易調査法として、列1m当たりの幼虫コロニー数（1卵塊由来の幼虫が寄生し、葉の食害が発生している部分のひとまとまり）を数える。
- (2) 7月上～中旬に1週間毎に3回程度、畦畔から2m程度の位置で5列各1mを1水田につき3カ所以上について幼虫コロニー数を計数し、1m当たりの幼虫コロニー数を算出する。
- (3) イネドロオイムシの幼虫コロニー数が、植え列1m当たりに1コロニーで約10%前後の減収傾向となる。
- (4) 要防除水準として、幼虫コロニー数1個/m以上で防除を実施する。
- (5) 例年多発生する地域では、効果の高い種子塗抹処理剤（キラップシードFS）で防除を実施する。

3 アカヒゲホソミドリカスミカメの防除対策

(1) 発生生態と被害

成・幼虫（写真12）ともに茎葉から汁液を吸汁するが、それによる被害は軽微である。しかし、穂部の吸汁によって生じる斑点米（写真13）は品質を低下させるため経済的被害が大きい。成・幼虫は出穂以降は穂に集まり、登熟中の鈎合部から玄米に口吻を挿入して吸汁する。吸汁された籾は、後にその傷口から侵入した細菌によって変色し斑点米となる。

また、割籾の多い品種ほど斑点米の発生が多く、同一条件下で割籾が多い「ほしのゆめ」は割籾の少ない「きらら397」の約2倍発生する。



写真12 アカヒゲホソミドリカスミカメ(成虫)



写真13 カメムシ被害粒 (斑点米)

(2) 耕種的防除

第1回成虫発生期にあたる6月下旬～7月上旬に主な生息場所となるイネ科雑草を刈り取るなど水田周辺的环境衛生に努める。

(3) 茎葉散布剤による防除

ア 出穂期及びその7日後の2回を基幹防除として必ず実施する(図20)。

イ 効率的な防除として、ジノテフラン(スタークル)液剤1,000倍液、エチプロール(キラップ)水和剤F1,000～2,000倍液、スルホキサフロル(エクシード)水和剤2,000倍液を使用する場合、基幹防除を出穂7～10日後の1回散布に省略できる(図20)。

ウ 基幹防除以降の追加散布は散布予定日の2～3日前の水田内すくい取り(20回振り)頭数、フェロモントラップ(下記(5)参照)による出穂7日後以降7日間ごとの合計捕獲虫数(同一区域内に設置した複数トラップによる平均頭数)による発生モニタリングにより要否を判断する。表13に示す要防除水準を上回る場合には、追加防除を実施する。

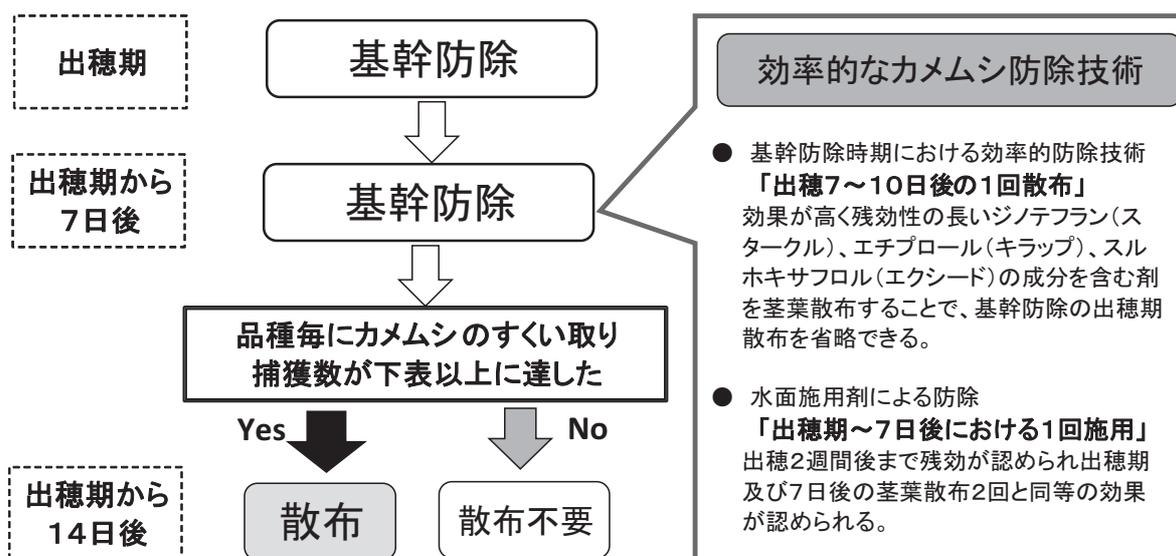


図20 発生モニタリングを利用したカメムシの防除体系

表13 割籾歩合ランクに対応した追加防除の要防除水準

| 割籾歩合 ランク ¹⁾ | 主な品種 ²⁾ | 要防除水準 | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | 20回振りすくい取り 捕獲虫数 | フェロモントラップ 捕獲虫数 |
| 少 | きたくりん、吟風 | 3頭 | — ³⁾ |
| やや少 | ゆめびりか* | 2頭 | — |
| 中 | きらら397 | | 2.2頭/7日間 |
| やや多 | ななつぼし* | 1頭 | — |
| 多 | ほしのゆめ | | 1.2頭/7日間 |

注1) R3年度に改定された新たな割籾歩合ランクを示す。

注2) *は割籾ランクに基づいて当てはめた品種

注3) —はデータが無く要防除水準を設定できない。

(4) 水面施用による防除

- ア 出穂期～7日後の1回施用で出穂後2週目まで残効が認められ、出穂期および7日後の茎葉散布2回と同等の防除効果が期待できる。
- イ 出穂後3週目にはすくい取りなどの発生モニタリングを行い、茎葉散布の項に準じて追加防除の要否を判断する。
- ウ 散布後4～5日間は田面が露出しないよう湛水状態を保つ。
- エ 農薬の流出防止のため、散布後7日間は落水、かけ流しをしない。漏水田での使用及び養魚田、養魚池付近での使用は避ける。

(5) アカヒゲホソミドリカスミカメの性フェロモントラップを用いた調査法

- ア 性フェロモントラップによる調査は、同一防除でまとまった区域（1～10ha）にアース製薬社製の網円筒フェロモントラップ（図21）を3基以上設置する。
- イ 設置場所は上記区域の外周部から30m以上内側に入った水田間の畦畔沿いとし（図22）、網円筒下端の高さが作物上層面の上方10cm程度になるよう、支柱などを用いて設置する（写真14）。
- ウ トラップは数日毎に捕獲虫数を記録し、表の追加防除のよう防除水準に準じて防除の要否を判断する。
- エ フェロモン製剤および粘着式トラップはアース製薬社にて市販されている。日本植物防疫協会ホームページJPPAオンラインストアにより購入が可能である。

斑点米の原因となる アカヒゲホソミドリカスミカメの 発生予察に



図21 市販粘着式トラップ

(アース製薬社製 JPPA オンラインストア HP より)



写真14 性フェロモントラップの設置場所
(上：水田内、下：水田間)

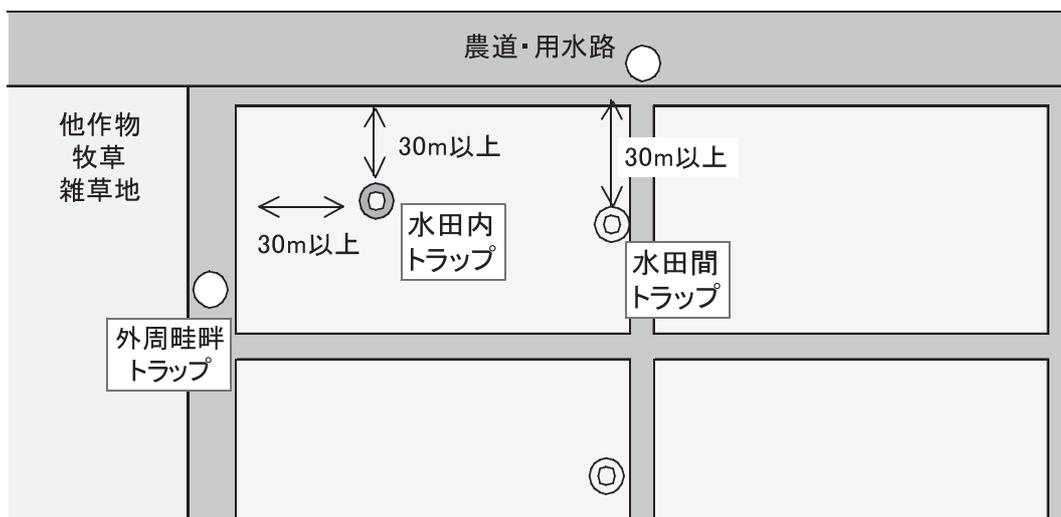


図22 性フェロモントラップの設置場所

4 フタオビコヤガの防除対策

(1) 被害の様子

若齢幼虫は葉脈の間を縦に食害するので、イネドロオイムシに似たかすり状の食痕を残すが、中齢以降の幼虫は、中脈だけを残して葉を縁から鋸歯状または階段状に食害する（写真15）。

(2) 要防除水準とモニタリング方法

フタオビコヤガの要防除水準は、株当たりの幼虫数が第1回目幼虫で2.7頭、第2回目幼虫で8.7頭、第3回目幼虫で26頭である。

フタオビコヤガの近年の発生予察データをみると、要防除水準に達している年はほとんど認められない。

したがって、イネドロオイムシ、いもち病、アカヒゲ

ホソミドリカスミカメなどの主要病害虫に対するモニタリングを行う際に、フタオビコヤガの幼虫が認められた場合もしくは被害が目立つ場合に、10株の幼虫被害の有無を調査する。被害株率が100%に達していない場合は防除が不要であるが、100%に達した場合には被害葉率を調査し、下記の要防除水準を活用する。

第1回目：6月下旬に被害葉率が44%に達していなければ防除不要。

第2回目：7月下旬に被害葉率が65%に達していなければ防除不要。

第3回目：8月下旬に被害葉率が100%に達していなければ防除不要。

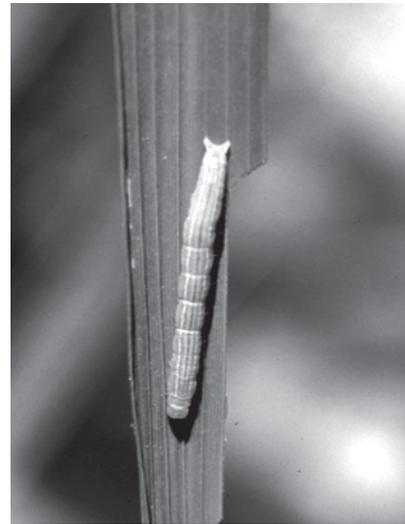


写真15 フタオビコヤガ老熟幼虫

【参考】 モニタリングを活用した発生対応型防除とクリーン農業の高度化

要防除水準に基づいたモニタリングを活用した発生対応型防除を行うことで、効率的な防除と減農薬栽培が可能になる。水稲主要病害虫に対する要防除水準と発生モニタリング法を表14に示した。

表14 水稲主要病害虫に対する発生モニタリング法と要防除水準

| 対象病害虫 | 被害許容水準 | 発生モニタリング法 (○) と要防除水準 (■) |
|----------------|-----------------------------------|--|
| いもち病 | 穂いもち病穂率 5% | ○幼形期5日後もしくは止葉始から1週間間隔で見歩き調査 (7月10日以前は調査不要。BLASTAMを適宜活用。地域・品種などにより開始時期を判断) ■葉いもち病斑1個/1畦10mを4か所まで |
| 紋枯病 | 発病度40または病斑高率35% | ○収穫期のほ場で10株(縁～内部)×5カ所調査 ■発病度40または病斑高率35%以上なら翌年に効果のある育苗箱施用剤または水面施用剤もしくは茎葉散剤で防除する。 |
| フタオビコヤガ | 第1回目幼虫 食害葉面積51cm ² | ○6月下旬、10株の幼虫被害の有無を調査 ■被害株率100%未満なら防除不要。被害株率100%でも被害葉率44%以下なら防除不要。 ・幼虫数 2.7頭/株 |
| | 第2回目幼虫 食害葉面積210cm ² | ○7月下旬、10株の幼虫被害の有無を調査 ■被害株率100%未満なら防除不要。被害株率100%でも被害葉率65%以下なら防除不要。 ・幼虫数 8.7頭/株 |
| | 第3回目幼虫 食害葉面積630cm ² | ○8月下旬、10株の幼虫被害の有無を調査 ■被害株率100%未満なら防除不要。被害株率100%でも被害葉率100%未満なら防除不要。 ・幼虫数 26頭/株 |
| イネドロオイムシ | (移植栽培) 2卵塊/株 | ○産卵最盛期のほ場調査 ■10卵塊/10株 |
| | (直播栽培) 幼虫コロニー数 1個/1m | ○7月上～中旬に畦畔から2m程度の位置で5列各1m範囲内の幼虫コロニー数を調査 ■幼虫コロニー数1個/m以上で即時防除 |
| イネミズゾウムシ | 成虫0.5頭/株 | ○成虫最盛期のほ場調査 ■成虫食害株率 70%/50株 |
| ヒメトビウンカ | 出穂期以降 50頭/株 | ○出穂期以降のすくい取り調査 ■成虫1800頭または幼虫900頭/すくい取り20回 |
| アカヒゲホソミドリカスミカメ | 出穂から30日間の 成虫総数 150頭 | ○基幹防除(出穂期・出穂期7日後)以降のすくい取り調査(捕虫網20回振カメムシ頭数) ■「吟風」「きたくりん」 3頭 (割粃率の低い品種) 「きらら397」「ゆめぴりか」 2頭【2.2頭】* (割粃率中程度の品種) 「ほしのゆめ」「ななつぼし」 1頭【1.2頭】* (割粃率の高い品種) *：フェロモントラップ捕獲虫数(7日間の合計) |

被害許容水準：収量、品質などで経済的な被害を及ぼす病害虫の発生量や被害程度。

要防除水準：被害許容水準に達しないよう実施する防除の判断基準となる病害虫の発生量や被害程度

Ⅲ 農薬の適正使用

1 登録のある農薬を使用する

国内で登録された農薬のラベルには、必ず「農林水産省登録第〇〇〇〇〇号」と、登録番号が記載されている（写真16）。これは、成分や安全性の厳しい試験をクリアし、登録内容どおりに使用すれば、人・作物・環境に対して安全であることを、国が認めた証でもある。購入前に、必ずラベルを見て、農林水産省の登録番号の有無を確認する。

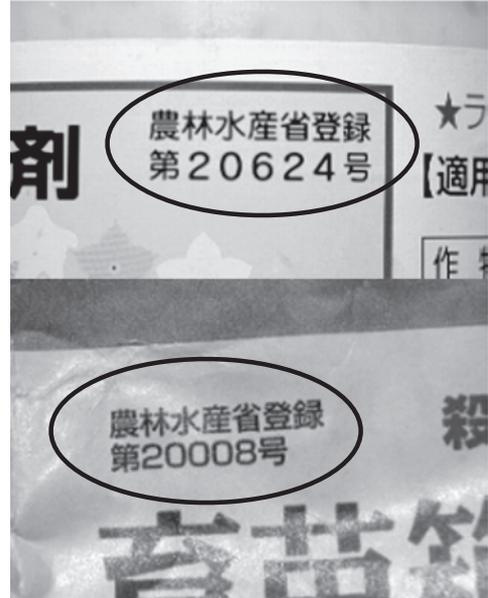


写真16 農薬の登録番号例
（上：フロアブル剤、下：粒剤）

2 使用基準を遵守する

登録のある農薬のラベルには、適用作物、使用方法（散布、空中散布、無人ヘリコプターによる散布、速度連動式地上液剤少量散布、土壌混和等）、使用時期（収穫〇〇日前等）、使用回数が明記されている（写真17）。

これらの使用方法は、農薬の登録時に行われる作物残留試験結果に基づいて、残留農薬基準値等を超えることのないように設定されたものである。

有人ヘリコプター、無人ヘリコプター、速度連動式地上液剤少量散布機などでは、それぞれの使用方法ごとに登録を取得した農薬でなければ使用できない（表15）。

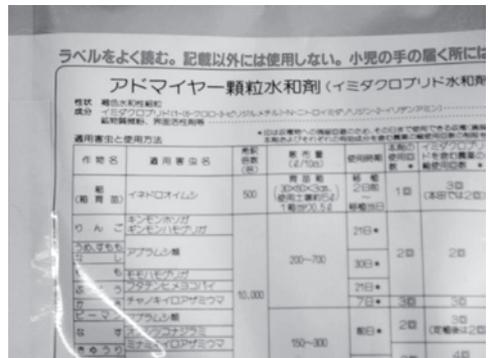


写真17 農薬ラベルの例

表15 適用と使用法の例：「〇〇フロアブル」の場合

| 作物名 | 適用病害名 | 希釈倍率 | 使用液量 | 使用時期 | 本剤の使用回数 | 使用方法 | □□□を含む農薬の総使用回数 |
|-----|-------|------------|---------------------------------------|---------|---------|---------------|----------------|
| 稲 | ●●病 | 1000～1500倍 | 60～150 $\frac{\text{ml}}{\text{10a}}$ | 収穫7日前まで | 3回以内 | 散布 | 3回以内 |
| | | 300倍 | 25 $\frac{\text{ml}}{\text{10a}}$ | | | 無人ヘリコプターによる散布 | |
| | | 5～8倍 | 800ml /10a | | | | |

3 農薬の飛散（ドリフト）低減と後作物への残留対策

食品衛生法にポジティブリスト制が導入され、厳しい基準が設定されています。定められた基準を超えて農薬が残留する食品は販売等が禁止されるため、散布する薬剤が周りのほ場に飛散し、農作物に残留することのないよう、農薬散布においては飛散防止に気をつけなければなりません。

(1) 飛散（ドリフト）低減対策

農薬を散布する場合には、散布する作物以外に農薬がかからないように細心の注意を払う。農薬の飛散は散布時の基本的注意を守ればかなり減らすことができる。飛散対策の基本として、次の基本事項を励行する。

ア 風の弱い時に風向きに注意して散布する

農薬の飛散の最大要因は風である。風のない日や風の弱い時刻を選んで散布する。

イ 散布の方向や位置に注意して散布する

農薬は対象とする作物だけにかかるように、できるだけ作物の近くから散布する。

ウ 適切なノズルを用いて適切な圧力で散布する

圧力が高くなると細かい粒子が発生し、飛散しやすくなる。飛散軽減ノズルの使用や散布器具の適正圧力内での散布とする。

エ 適正な散布量で散布する

散布水量が多くなるほど飛散する割合も増えるので、適正な散布量に止める。また、作物のない部分ではノズルを閉める。

オ タンクやホースの洗浄をしっかりと行う

前回使用した農薬が散布機具に残ったまま他作物での防除を実施すると、作物に薬害が生じたるばかりでなく、収穫物に農薬が残留するなど、思わぬ事態となる。散布機具を使用した後は、タンクやホース等に農薬が残らないようにしっかりと洗浄する。

(2) 後作物への残留対策

育苗ハウスにおいて水稻等の育苗時にかん注剤や粒剤等を処理した場合、育苗箱から漏れ出した農薬が土壌中に浸透し、後作物に残留することが懸念される。そのため、後作物にも登録のある農薬の使用やハウス外での薬剤処理等、使用方法に留意する。また、農薬の残留が懸念される育苗ハウスでは、食用作物の後作栽培を避けることとし、やむを得ず食用作物を栽培した場合は、出荷前に残留分析を実施する。

(3) 防除日誌の記帳

平成15年3月に施行された改正農薬取締法にともない、農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令罰則の中で、農薬使用に係る帳簿の記載について努めるよう定められている（罰則等は伴わない）。

帳簿の記載内容は、①農薬を使用した年月日、②農薬を使用した場所、③農薬を使用した農作物等、④使用した農薬の種類又は名称、⑤使用した農薬の単位面積当たりの使用量又は希釈倍数の5項目である。

帳簿は、農薬使用の記録としてだけでなく、次年度に向けた防除の検討に活用できる資料となる。

4 農薬の保管と使用にあたっての注意事項

- (1) 農薬は直射日光の当たらない涼しい場所に設置された鍵のかかる保管箱又は保管庫で、施錠して保管する。特に毒物または劇物に指定されている農薬は、容器や包装、保管場所への表示等が法律で定められているので遵守する。
- (2) 農薬の空容器等は他用途には絶対に使用しない。また、野外での焼却は禁止されているので、処理方法にしたがって適正処理する。
- (3) 農薬散布にあたっては、周辺住民や家畜・ミツバチなどに配慮する。

5 農薬のRACコードについて

(1) RACコード

国際団体CropLife International (C L I) の対策委員会が取りまとめ、農薬の有効成分をその作用点や作用構造で分類している。薬剤への抵抗性・耐性を防ぐため、同一コードの薬剤の連用を避けることを勧めている。

詳しくは、Crop Life JAPAN (農薬工業会) のHPを参照する (<https://www.jcpa.or.jp/lab0/mechanism.html>)。

(2) RACコードの対象

ア I R A C

殺虫剤、殺ダニ剤が対象である。そのため、殺センチュウ剤は含まれていない。また、殺虫作用がある油脂、石鹼、生物やウイルスも含まれていない。

イ F R A C

主に植物保護用途の殺菌剤 (殺バクテリア剤含む) が対象である。

(3) RACコードの見方

単剤はその有効成分のコードを、混合剤はそれら有効成分の複数のコードを種類名に記載の順にカンマ (,) で区切り、示している。

ハイフン (-) はRACコード対象外の有効成分である。フェロモン剤や生物剤、天敵剤等になる。

良質・良食味米安定生産・出荷のための栽培技術
—産米のタンパク質含有率低下、売れる米づくりを目指して—

VI 良質・良食味米生産のための収穫・乾燥・調製と稲わら収集

1 収 穫

2 乾 燥

3 調 製

4 稲 わ ら 収 集

VI

執筆：(地独)北海道立総合研究機構 農業研究本部 中央農業試験場 農業システム部
農業システムグループ 専門研究員 稲 野 一 郎

1 収 穫

1) 収穫適期の判断

コンバイン収穫における収穫時期は米の品質を左右する。刈り取りが早すぎると未熟粒や青米が増加し、収量は減少する一方、刈り遅れると着色米・胴割米が増加し、茶米の発生、玄米白度の低下につながり、倒伏等によってさらに品質が低下する。

一等米を目標とするならば収穫、乾燥、調製後の整粒歩合が基準を満たすように刈り取り日を決定する必要がある。そのためには、圃場ごとに籾の状態を把握して成熟期を予測した上で試し刈りを行い、乾燥・籾摺り後に玄米の組成をよく観察して、適期かどうかを判定する。以下に手順を示す。

(1) 積算温度による成熟期の予測

出穂期以降の日平均気温の積算値が950℃に達する日を成熟期と予測する。積算値は品種や籾数の多少によって異なる。これから一週間後が収穫適期の目安と考えるが、あくまでも予想である。近年、秋期の気温が平年より上回ることが多いので、到達日数も早まっている。

(2) 籾の熟色による成熟期の判定

積算気温により予測した成熟期が近づいたら、好天日に1株中の黄化籾の割合を目視で確認する。成熟期は全籾の90%が完熟籾となったときである。完熟籾かどうかは籾の付け根にある護穎が黄色になっていることで判断する。見る時は太陽を背にし、籾の裏側も忘れずに確認する。

(3) 試し刈りをして玄米により収穫適期を判定する。

積算温度や籾の熟色で成熟期が近づいたら、試し刈りをして玄米にし、整粒歩合で収穫適期を判断する。試し刈りは各圃場ごとに実施する。圃場の中で中庸な稲株を5株ほどランダムに刈り取るが、ばらつきの多い圃場では株数を増やす。これを生脱穀して乾燥、籾すりの後、篩選別を行って整粒歩合を確認する。登熟は1日に2～3%進むことが知られており、整粒歩合が70%以上となれば収穫適期とみなす(図1-1)。

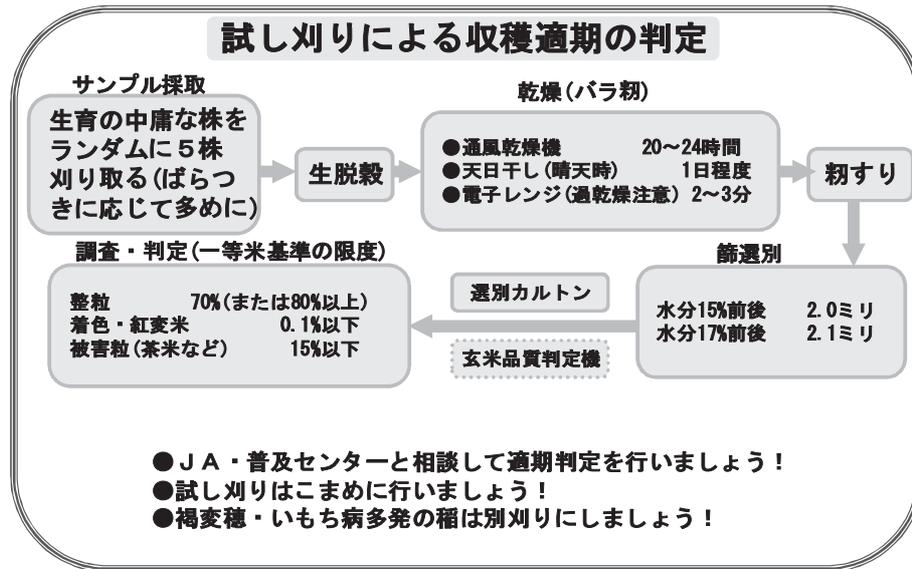


図1-1 試し刈りによる収穫適期判定の手順

2) コンバインの調整・整備、清掃

収穫作業を始める前には、コンバインの入念な整備が不可欠である。点検整備や調整にかけた時間は、収穫作業中のトラブルを最小限に留め、快調な作業で十分取り戻すことができる。機械の適切な調整により収穫損失や損傷を低減でき、良好な粳の選別は良好な乾燥仕上がり、良好な品質につながる。

整備箇所とその方法は点検整備マニュアルや取扱説明書に記載されているので、毎年必ず一度は目を通して把握しておく。自脱コンバインは構造が複雑であり、自動方向制御を始め、流量・速度の自動制御、刈り高さ、扱ぎ深さなどの自動調整装置など点検整備箇所も多いが、事故を予防し、機械の性能を十分引き出すため、整備を怠ってはならない。

機械の清掃も重要である。夏、麦刈りに使用したコンバインは、異種穀粒の混入を防止するため、コンプレッサや掃除機を使って徹底的に清掃する。水稻の品種が切り替わる時も同様である。

清掃にあたっては、一度清掃した箇所に再び穀粒が混入しないように上から下へ行くことを意識する。まず、シートを敷いて排出オーガ、グレンタンクを清掃し、掃除用フタやカバーを取り外し、還元装置、脱穀装置、選別部とカッタを清掃し、外したカバーなどを清掃し、カバーを取り付ける。カバーの着脱レバーの裏側、フィードチェーンや排わらチェーンの間隙も良く掃除する。

3) 圃場の準備と刈り取り計画

出穂後の適切な期間、間断灌水などにより登熟向上や倒伏防止を図るとともに、生育期には溝切り、中干しなどを行い地耐力の確保に努める。コンバインは接地圧が小さく、湿田でも走行できるが、田面が軟らかすぎると走行が困難となり作業能率が低下する他、圃場表面を過度に練り返して(泥濘化)透水性を極端に劣化させる。これは皆が経験済みのことであろう。

品種の熟期構成、乾燥機や調製・選別機的能力、作業人員、特に天候などを総合的に判断し、適期に刈り取りが終わるように計画を立てる。作業計画には天候を考慮して、ゆとりをもたせ、作業事故を未然に防止することが重要である。

4) 収穫作業

(1) 高水分時の収穫

収穫時の籾水分は高く、単粒水分のばらつきが大きい。汎用コンバインで高水分収穫を行うときは、送塵弁、シーブの目開き、選別風量を調整し、選別・分離機能が低下しないようにする。自脱コンバイン・汎用コンバインともに、チェーンやベルトの緩みは傷籾の発生や選別不良のリスクを増大させるので、作業前にテンションスプロケット（プーリ）の張り具合やVベルトの傷・割れを確認し、必要があれば調節・交換する。適正状態は取扱説明書で確認する。

脱穀選別損失の量は、収穫する時刻によっても異なる。稲に朝露があると、わら、穂切れなどの付着や引っかかりが多く、網目が詰まって籾の漏下が悪くなり、機外への飛散や傷籾が多発するため、早朝の収穫は避ける。

(2) 倒伏した稲の収穫

自脱コンバインは、株元をフィードチェーンで挟んで把持し、扱ぎ胴に穂の部分を入れて脱穀する。掴みしろを必要とし、適応可能な草丈（稈長+穂長）は55cm以上130cm程度である。草丈70cm以下の場合は、刈り高さを地際すれすれに低くし、120cm以上の場合には高刈りして、扱ぎ深さを一定に保つようにする（図1-2）。

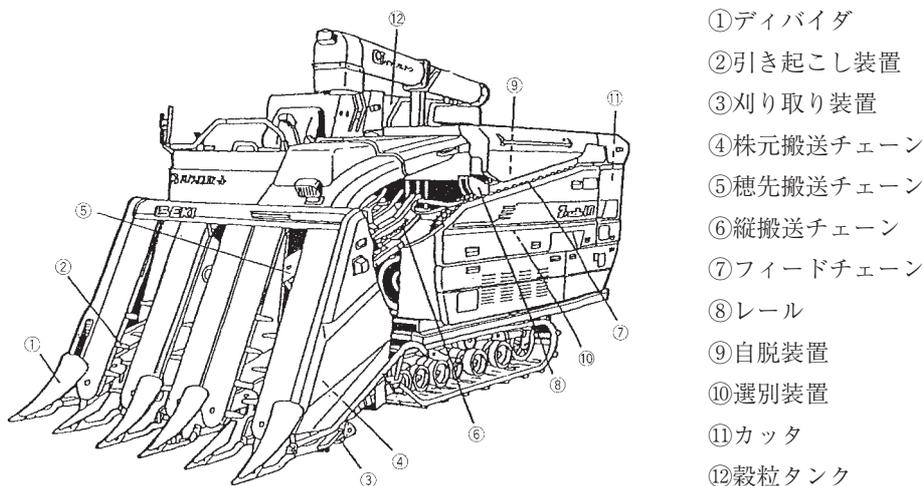


図1-2 自脱コンバインの構造

倒伏した稲はわらが弱くて切れやすく、扱ぎ室でのわら屑の発生が多く脱穀部が詰まりやすい。また、引き起こし装置の爪に掛かる負荷が増加し、搬送部で稲が乱れて穀粒損失が増大するなどの問題が生じる。自脱コンバインで稲の倒伏角が60度以内の場合、作業速度0.5~0.8m/sであれば、どの方向からでも刈り取りが可能である。しかし、さらに倒

伏角が大きくなると刈り取り方向によっては収穫損失が多くなり、作業速度も遅くしなければならない。この場合、作業能率が大幅に低下するとともに、穀粒損失も急激に増加することがある（図1-3）。

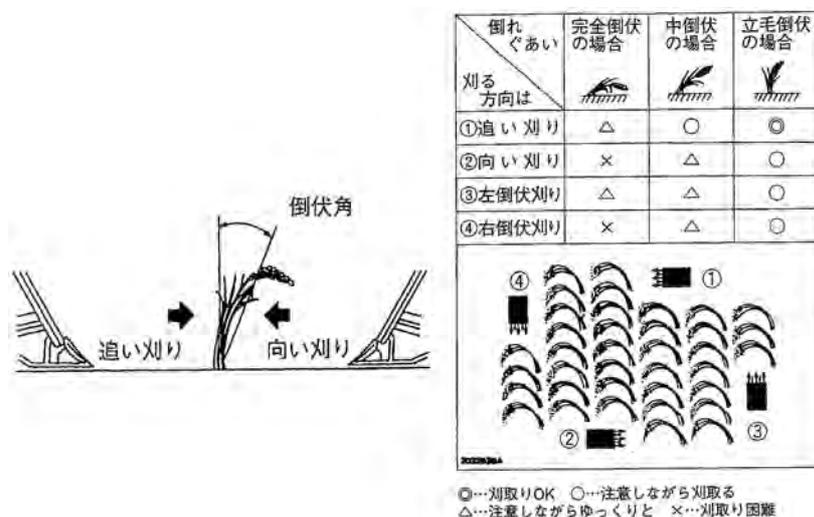


図1-3 自脱コンバインの倒伏稲への適応

(追刈りと向刈り方法：農機メーカー 自脱コンバイン取扱説明書)

汎用コンバインでは、稲をリールで引き寄せながら作業するため、倒伏した稲でも比較的自由に作業方向を選択できる（図1-4）。

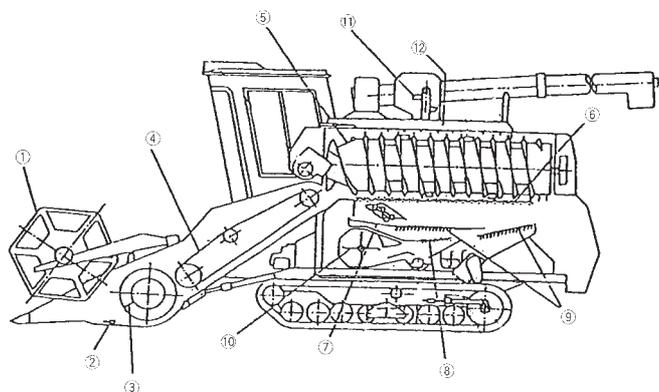


図1-4 汎用コンバインの構造

- ①リール、②刈刃、③オーガ、④チェーンコンベヤ、⑤脱穀シリンダ（スクリューロータ）、⑥受け網、⑦グレンパン、⑧グレンシープ、⑨チャフシープ、⑩選別ファン、⑪バケットコンベヤ、⑫グレントタンク

(3) 収穫による籾の損傷を防ぐ

走行速度が速すぎた時や送塵弁開度が開きすぎた時に脱穀部のわら量が急激に減少することがある。これらの条件や扱ぎ胴（シリンダ）の回転数が高い場合に、完熟した籾に過大な摩擦や衝撃力が加わり、脱ぶ（籾殻が外れること）が発生しやすくなる。脱ぶ粒の混入がわずかであっても、収穫後の工程で品質、食味の低下を起す原因になるので、収穫時にはグレントタンク中の脱ぶの有無を時折観察することが推奨される。通常の発生割合は

自脱コンバインで0.1%、汎用コンバインで0.1~1.0%程度である。規定のシリンダ回転速度を守ってわらや穀粒の流れが急激に変化しないように心がける。特に脱穀作業中のエンジン回転数は常にフルスロットルで維持し、旋回時にエンジン回転数を下げることや、脱穀クラッチを切ることがないように心がける。

生粃は物理的衝撃によって傷が付きやすく、粃中の玄米も損傷を受けやすい。粃が損傷を受けると腐敗や乾燥時の胴割れ粒発生の要因となり品質低下につながるため、収穫時には留意する。

自脱コンバインで傷粃を発生させないためには、①作業速度を上げすぎない、②扱胴（シリンダ）回転数を指示回転数にする、③必要以上に扱ぎ深さを深くせず、扱ぎ残しがない程度に浅くする、④排塵を適正に調整するため風量調節を行う。作業速度を上げすぎると2番還元量*が増え、粃に対するシリンダの衝撃力が増し粃の損傷につながる。刈遅れ等で立毛時に胴割れ粒が発生した場合は作業速度を落とし、2番還元量を少なくさせ、粃への衝撃を小さくすることが必要である。扱ぎ深さを浅くするのは、深くすると扱室内のわら屑が増加して傷粃、脱ぶ粒が生じやすくなり、所要動力も増大するためである。

汎用コンバインは脱穀機構が自脱コンバインと異なり、作業時のシリンダ周速度は自脱コンバインよりも大きく、グレンタンク内の穂切れや枝梗付着粒割合は多いが、粃の損傷は少ない。粃及び玄米への損傷が少ないため、低温での発芽率や苗立ち率の低下が少ない特徴がある（図1-5、図1-6）。

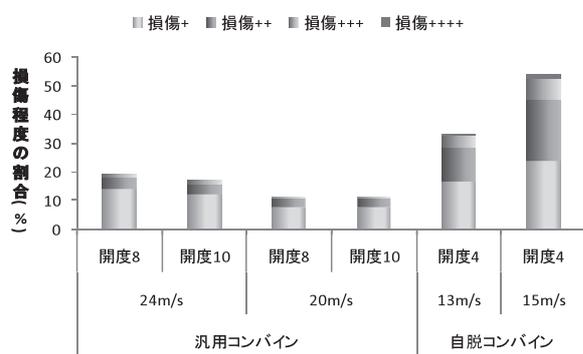


図1-5 機種別の粃損傷程度 (中央農試)

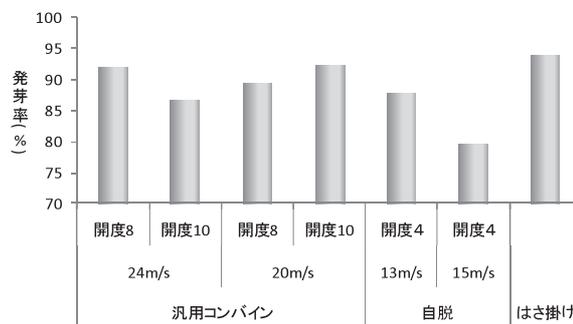


図1-6 機種別の脱穀条件と低温発芽率 (中央農試)

* 2番還元：穂切れ粒など完全に脱粒されていない粃が選別されて脱穀部に戻され、再脱穀されること。

(4) その他の注意

圃場内において倒伏している箇所や、登熟が遅れている箇所の稲は、その他の稲と一緒にすることで品質低下を招く恐れがあるので別刈りする。褐変穂やいもち病発生のある場所も同様である。生粃のまま長時間放置すると玄米が変色するので収穫した生粃は速やかに乾燥機にかける。

収穫前には圃場毎の作付け品種を確認し、異品種混入を避ける。品種が切り替わる時は、前述のようにコンバインを十分に清掃する。また、刈り取り時に泥や石などが入らないよ

う注意する。

北海道における自脱コンバインによる傷害事故件数は、平成25年から令和4年の10年間で65件である。その多くは作業中にわら屑などの詰まりや引っかかりを除去する際に、刈取り・搬送部でのチェーン・ベルトへの巻き込まれ事故が発生している。令和4年度にはグレンタンク内で巻き込まれ事故が発生し、死亡事故として報告されている。このような場合、必ずエンジンを止めてから整備を行わなければならない。

2 乾 燥

乾燥は、粳の品質を損なわずに貯蔵可能な水分まで低下させることが目的である。主要穀物の出荷時水分の上限は農林水産省の農産物規格規定で定められており、玄米の上限水分は15.0%である。

また、収穫後、乾燥終了までの過程で不適切な処理を行うと製品である米の外観品質や食味を損なうこともある。米の食味を低下させず、品質の高い「商品」として出荷するには注意すべき基本事項がある。

1) 乾燥前の貯留

収穫後の粳は、水分が高いほどそのまま貯留すると異臭の発生や発芽率低下による品質の劣化を起こしやすく、速やかに乾燥する必要がある。

2) 乾燥前後の粳水分

粳の成熟期は株毎の出穂時期、1株内での出穂時期、1穂内での開花時期などにより、30日ほどの差が生ずると言われている。その結果、1穂中の単粒水分にはばらつきが大きく、圃場全体でみた場合には更にばらつきが大きい。成熟期の圃場における粳の単粒水分の分布幅は収穫適期といわれている成熟後0～5日頃に最も大きくなる(図2-1)。水分

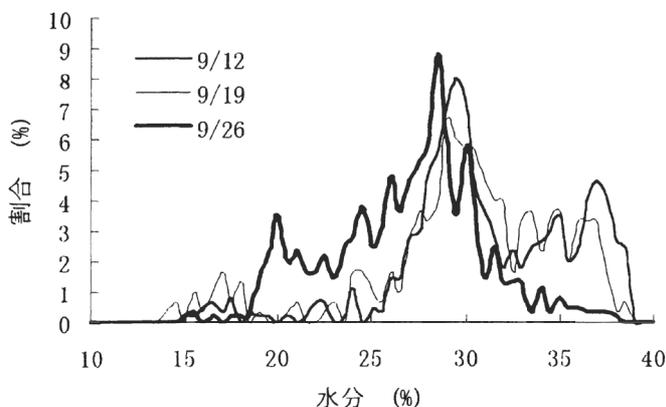


図2-1 コンバイン収穫粳の単粒水分分布
(中央農試)

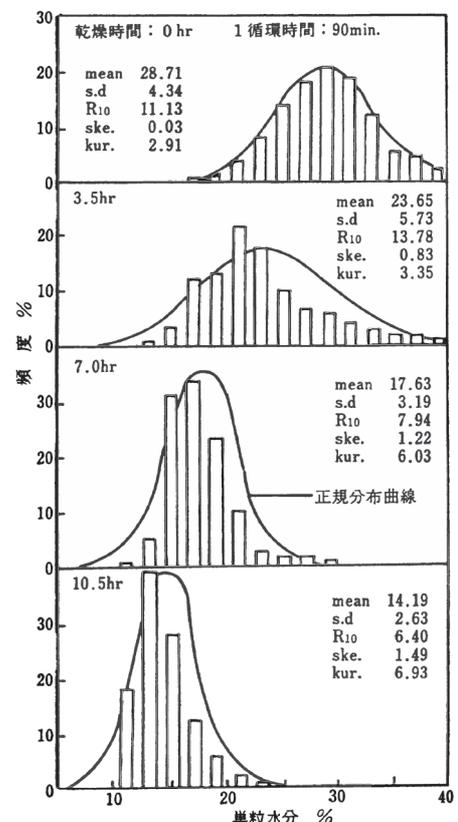


図2-2 乾燥中粳の単粒水分分布
(笠原ら)

の大きく異なる籾を一定の水分に仕上げ、品質の良い米に乾燥するためには、一粒毎の籾の状態を考慮に入れた合理的な乾燥を行うことが必要である。

一般に乾燥の経過とともに、単粒水分の分布は低水分側に移り、分布幅が狭くなる（図2-2）。

3) 乾燥途中の貯留（テンパリング）の水分特性

乾燥途中に貯留を行うと高水分粒から低水分粒へ水分が移動し、単粒水分のばらつきが減少する。水分約20%の籾を35℃の定温器で密閉貯留した場合の水分経過を見ると、高水分の籾は放湿し、低水分の籾は吸湿するため水分のばらつきが小さくなる。粒間の水分移行は概ね24時間で85%が完了し、2日間で平衡に達する（図2-3）。一次乾燥終了後（平均水分16.8%）の籾を約24時間貯留した後の籾の単粒水分分布を見ると、貯留により平均水分に変化は認められないが、単粒水分の分布幅が狭くなる（図2-4）。これを応用したのが二段乾燥である。

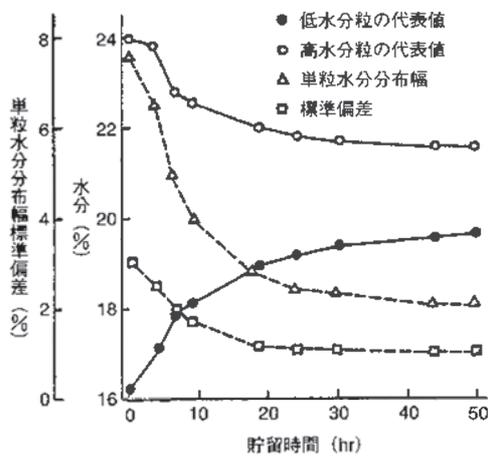


図2-3 貯留中の粒間水分移動

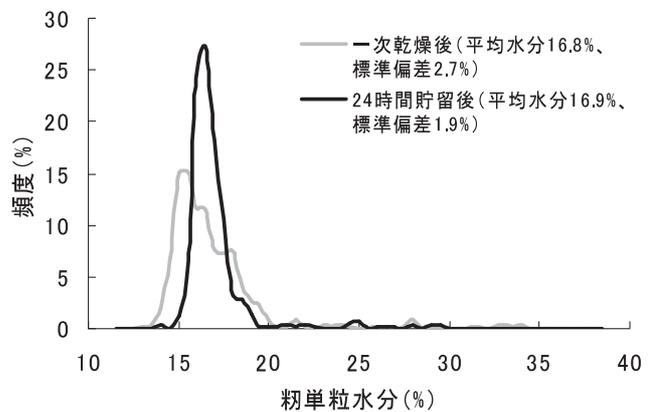


図2-4 貯留時の単粒水分分布の変化
(中央農試)

4) 二段乾燥

二段乾燥は一次乾燥で18%程度まで乾燥させた後、一時貯留し、二次乾燥で15%まで乾燥させる技術である。一次乾燥での乾燥時間を短縮することで、荷受けが集中することへの改

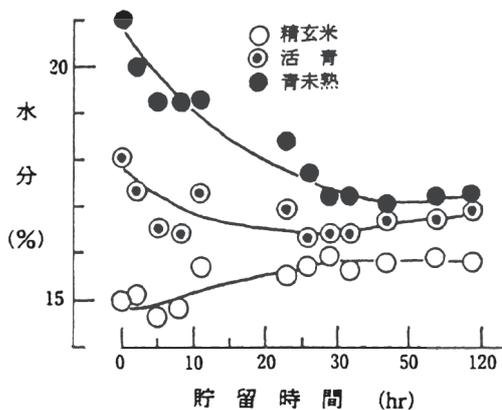


図2-5 一次乾燥後の水分変化 (山形農試)

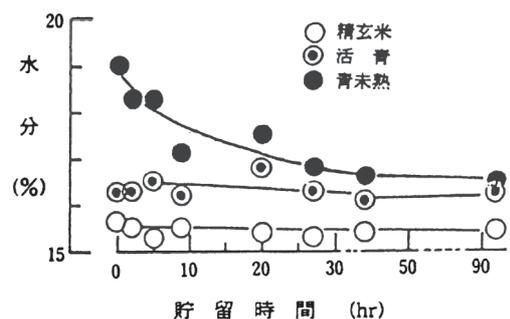


図2-6 二段乾燥後の水分変化 (山形農試)

善や乾燥施設の利用期間の延長が図られ、結果として乾燥処理能力を増強させる。また、この技術は一時貯留時に高水分粒と低水分粒の間での水分移行を促す方法であり、循環式乾燥機において水分のばらつきをできるだけ解消するために有効な技術である。乾燥終了時点での精玄米と青未熟との水分差は2～4%であり、時間の経過とともにわずかではあるが差が縮まり、全体的に水分が減少する。特に、精玄米では二段乾燥後の貯留中に水分が高く戻ることではなく、むしろ低下する(図2-6)。つまり、放冷後の水分の戻りが起こらないので目標水分どおりに乾燥を終了させることができる。一次乾燥終了時の水分は、高い場合には変質する危険性があり、また低い場合には低水分粒の過乾燥が避けられないため、18%程度が目安とされている(図2-5、図2-6)。なお、一時貯留時の青米の水分変化等から判断すると、一時貯留時間は24時間以上とするのが望ましい。

5) 胴割れと食味

胴割れは手で籾殻を除き、胴割れチェッカーなどを用いて、玄米を透視して胴割粒(表2-1)を判別する。胴割米は検査等級格下げの原因となるだけでなく、精米時には碎米の発生原因となり、食味にも悪影響を及ぼす。碎米の混入率の高い米飯は外観、粘りが劣り、食味総合評価が低下する。

胴割れは籾の乾燥速度や玄米の吸湿速度が早い時に発生する。乾燥速度を高めると、粒内部と外部の水分差によってひずみが生じ、胴割れが発生する。熱風乾燥では毎時乾減率が0.8%/hを超えると胴割れの発生が増加し、さらにその発生は立毛時の胴割れが多いほど増加しやすい。乾燥速度は乾燥温度が高いほど、あるいは同じ乾燥温度でも籾水分が高く入気湿度が低いほど速くなり、胴割れが発生しやすくなる。このため乾燥時は毎時乾減率が過大とならないように、気象や張り込み条件に合わせて熱風温度の調節に努める。例えば晴天日など空気が乾燥している日では曇天日より乾燥速度が速くなるため、熱風温度を下げる。また、張り込み量が少ない場合には、満量張り込み時よりも乾燥速度が速くなるので熱風温度を低く設定する。立毛時に軽い胴割れが発生している場合は、乾燥によって重胴割れへと進行しやすいので、このような場合には毎時乾減率を0.5～0.6%程度になるよう乾燥温度を低く設定する。近年の乾燥機では乾燥速度を下げるモードが搭載されているので、それを利用する。テンパリングを行うと貯留中に粒の内部から外部へ水分移行が行われるため、連続乾燥に比べて胴割れの発生が少なくなる。

また、前述のとおり籾水分にはばらつきがあることから、40℃程度の熱風温度においても過乾燥となり胴割れを生じるリスクが現場から報告されている。乾燥中は、こまめに籾の状態をチェックして対応することが重要となる。

表2-1 胴割米の定義と分類

- | |
|---|
| <p>1. 胴割米の定義 胴割粒とは、玄米の胚乳部に亀裂の生じている粒をいう。</p> <p>2. 胴割粒の分類</p> <p>① 軽胴割粒…精米上の影響が少なく、政府の買入検査の際に被害粒として計数されない程度の胴割粒</p> <p>② 重胴割粒…検査の際に被害粒として計数される程度の粒</p> <p>③ 全胴割粒…軽胴割粒+重胴割粒</p> |
|---|

6) 過乾燥と食味

過乾燥米は米粒が硬いため、搗精時には搗精むらや碎粒が増加するほか白度も低下する。過乾燥米を搗精した精米を水に浸漬すると、玄米水分が低いほど表面亀裂が多く発生する。その結果、過乾燥米は碎米率が低くても、炊飯時に澱粉の溶出が多くなり、食味が低下する。また、過乾燥で硬い玄米は糠層の除去が不十分となりやすく、炊飯時に糠臭が発生する場合もある。

北海道米は青米の混入率が高く、1粒毎の籾水分を均一に乾燥するのは大変難しい。乾燥時に籾水分の測定を行うが、青米や屑米を混入して水分を測定すると水分は高く表示されるため、これらを除いた精玄米で測定しなければならない。過乾燥防止の決め手は、原料籾を良く選別し、水分差を小さくすることである。このためには、圃場の生育むらを可能な限り小さくし、収穫時は畦畔周囲や暗渠の周辺、水口や倒伏している場所を区別して、出来るだけ水分が均一となるように配慮する。

7) 発芽率と食味

発芽率は種子用では高いことが必須であるが、食用であっても発芽率は食味と関係があり、発芽率の低くなった米の食味が低下することが知られている（図2-7）。初期水分が高いほど低い温度で乾燥しないと発芽率は低下するので、食味も低下する恐れがある。水分25%程度の籾では40℃以内の送風温度で乾燥する必要がある。

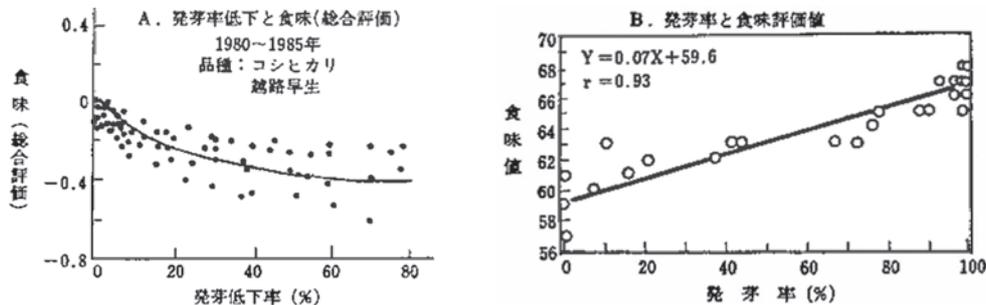


図2-7 籾の発芽率と食味

8) 乾燥機

(1) 遠赤外線乾燥機

品質維持と、より効率的でエネルギーコストの低い乾燥システムとして開発された遠赤外線乾燥は、近年籾乾燥の主流となっている。遠赤外線は穀物内の水分に吸収されやすいエネルギーであり、遠赤外線放射エネルギー量は、放射体温度の4乗に比例する。この原理を利用し、バーナで放射体を加熱し、遠赤外線を放射させるとともにその排熱を利用して熱

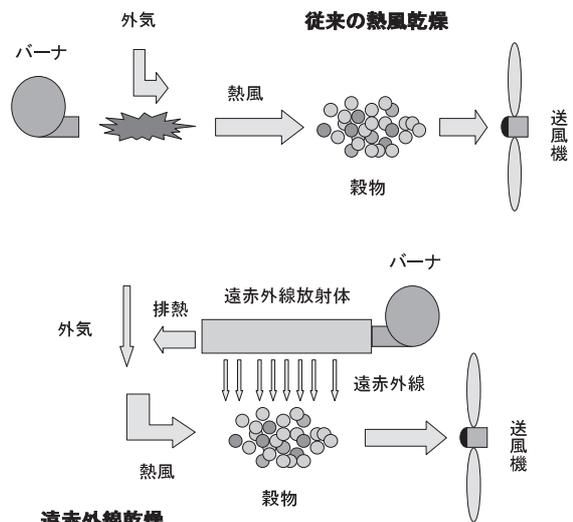


図2-8 遠赤外線乾燥の模式図

風乾燥を行うのが遠赤外線乾燥機である(図2-8)。遠赤外線乾燥では、穀物水分の除去に必要なエネルギーが送風される空気を媒体とせず、穀物へ伝達されるため、送風量を少なく設計できる。遠赤外線乾燥機は放射体の設置位置により、熱風路内設置型と集穀室内設置型に大別される(図2-9)。

遠赤外線の有効照射距離は1cm程度であるため、集穀室内設置型では穀物を薄い層で流下させ、ムラなく全粒に遠赤外線が照射される。容量約30トンの遠赤外線乾燥機では、熱風乾燥機よりも乾燥時間が約30%短縮され、灯油消費量は10%程度、消費電力量は40~50%程度削減される(図2-10)。これは遠赤外線のエネルギーが糶の中心部に届くことで、糶の表層部を加温する熱風乾燥機に比べ、穀温の上昇が早くなるためである。また、遠赤外線乾燥のメリットとして胴割れ発生の軽減がある。図2-11は、同じ容量の遠赤外線乾燥機と熱風式の循環式乾燥機による胴割率の比較である。立毛胴割れ

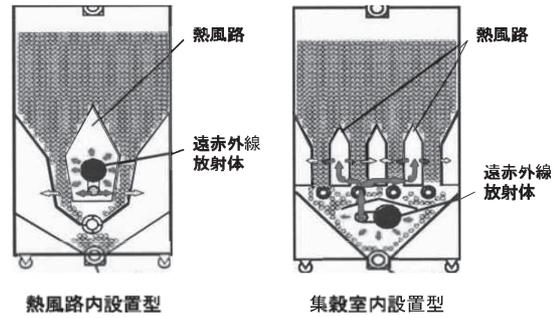


図2-9 遠赤外線乾燥の種類

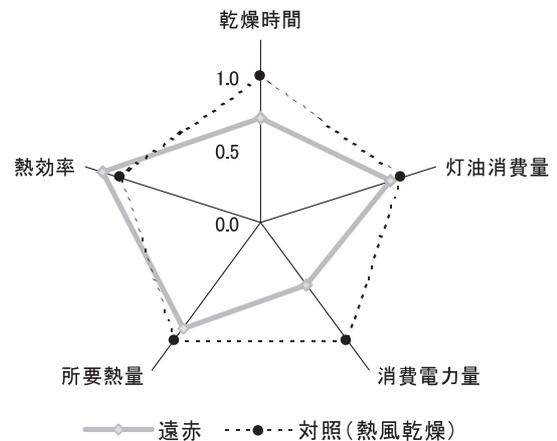


図2-10 遠赤外線乾燥の省エネ効果

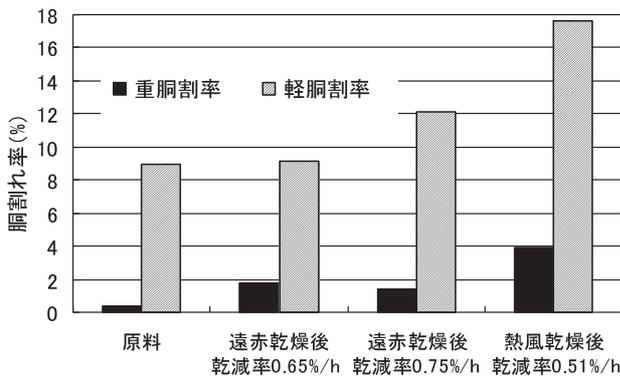
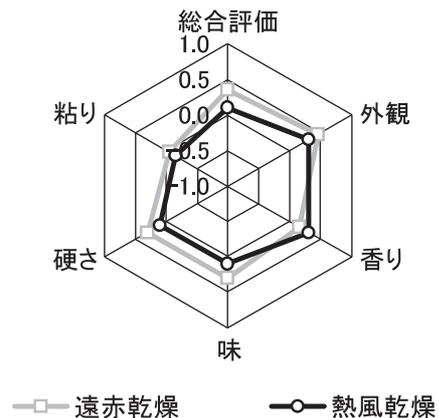


図2-11 乾燥条件と胴割れ率



H13 道内産「きらら397」
図2-12 乾燥法と食味

が多い原料での試験結果であるが、前述のように胴割れは乾燥速度を高めると発生しやすいのに対し、遠赤外線乾燥は熱風乾燥機より乾燥速度が早い場合でも、胴割れの発生が少ない。また、遠赤外線乾燥した米の食味は熱風乾燥と同等もしくは若干優ると評価される場合が多い（図2-12）。その他、遠赤外線乾燥機には送風量を少なくできること、バーナの燃焼を放射体内部で行うため騒音が低減するなどの利点がある。

(2) 加温管を利用した乾燥方式

遠赤外線乾燥機と同様に、穀温を効率よく上昇させ、水分が蒸発しやすい状態にしてから、低温少風量で乾燥を行う方式の加温部を設けた乾燥機がある。この方式ではバーナにより加熱された加温管からの伝導熱と加温管から放射される放射熱（遠赤外線）、および対流熱（熱風）を利用して乾燥する（図2-13）。この方式も遠赤外線乾燥機同様に燃料および消費電力量の節減効果と、稼働音の低減効果がある。

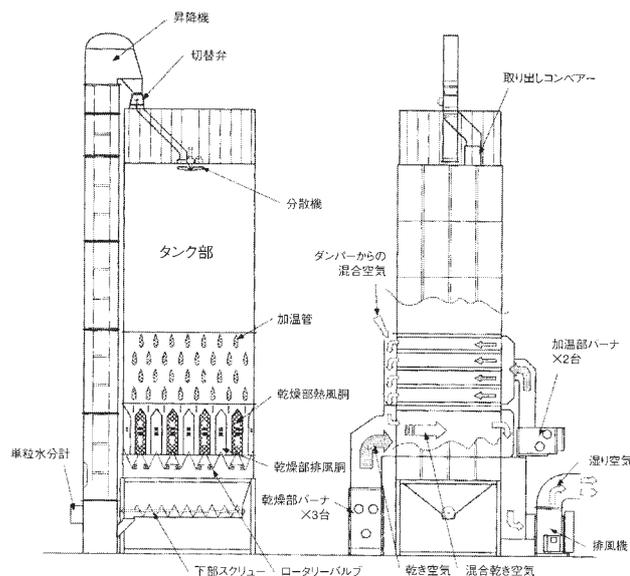


図2-13 加温管方式の乾燥機

(3) 合理的な乾燥制御

近年、乾燥中の穀物水分や穀温、熱風温度、環境湿度を随時測定しながら制御する乾燥機が普及している。高水分時には熱風温度を低めにし、水分が減少するにつれて熱風温度を高める逐次昇温乾燥法や、高水分時および胴割れの危険性の高い低水分時には熱風温度を低くし、品質面からみて安全な水分域では熱風温度を上げる高低水分域規制乾燥などがある。

(4) 乾燥機の点検

乾燥機内部に付着した残存物は細菌やカビの発生源となり、また別の穀物を乾燥する際の異種穀粒の原因となることから、排出が終わったら必ず正しい手順で清掃・除去する。目標乾燥水分で乾燥を終えるために、乾燥機に内蔵されている水分計の特徴を把握し、適宜補正をする。特に収穫シーズン最初の乾燥では手動型水分計との差を確認し、補正する。また、些細な故障や埃が火災などの思わぬ事故につながることもあるため、定期的な点検を行うことが重要である。

3 調 製

良質米生産において、玄米を傷めず整粒歩合を高めるための調製作業（粃摺り、選別）は重要な最終工程である。代表的な粃摺り、選別調製ラインを示した（図3-1）。

1) 粃摺り

粃摺機には単独の粃摺機のほか、共同乾燥調製施設には粃摺機と揺動選別機が一体となった機種があり、一回の粃摺りで脱ぶできなかった粃を選別し再度粃摺りを行う構造になっている。粃摺りを行う粃摺機にはゴムロール式のほか、衝撃によるインペラ式粃摺機の使用も増えている。ゴムロール式は、小型から大型まで種々の処理能力の機種が製造されており、インペラ式は農家用の小型機が大半である。インペラ式は、脱ぶ率が高いこと、やや水分の高い粃にも使用できるなどの特長がある。ゴムロール式では、ロール間隙によって脱ぶ率が変化し、ロール間隙が狭いと脱ぶ率は良くなるが、玄米表面に傷が付く肌ずれ米を生じさせ、品質の劣化の原因となる。一方、ロール間隙が広いと脱ぶ率が悪くなり、処理能力が低下する。このため、ロールの回転数と間隔、粃流量を調整し、脱ぶ率が80~90%になるように設定する。異径ロール式粃摺機の場合、この調整は摩耗量を考慮しながら基準の間隙値より少しずつ広くするように行う。また同径ロール式の場合は、ロール間隙をやや狭め、主軸と副軸のロールを入れ替えて周速度差率の変化を少なくし、肌ずれ米の発生を抑制するように調整する。ゴムロールに偏摩耗（片減り）が見られる場合や、ゴムの厚さが新品の4分の1以下まで減っている場合は、直ちに新品と交換する。また、粃摺機の振動が激しい場合も碎米が発生するので、定期的に各部ネジの締め付けを行い、緩みがないことを確認する。

肌ずれ米は吸湿しやすく、カビの被害を受けやすいので貯蔵性が劣る。肌ずれ米の大部分は粃摺機のゴムロールによる搗精時に発生する。同じ粃摺機を使っても、粃の温度が高いと肌ずれ米発生率が高くなる（図3-2）。玄米水分を安定させるため、乾燥終了後5~7日間程度の調湿期間を置き、粃温度が低下してから粃摺りを行うことが望ましい。

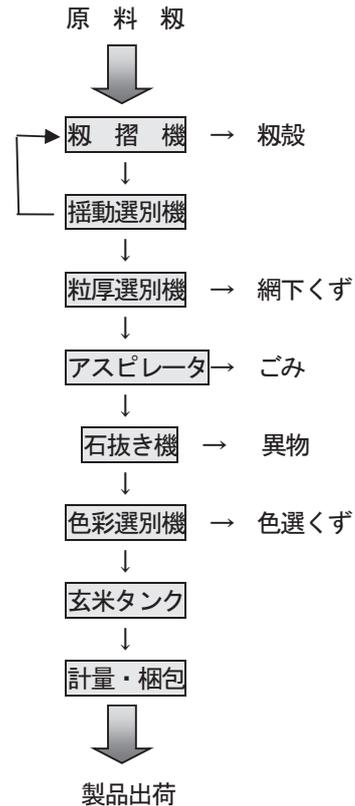


図3-1 粃摺り、選別、調製ライン

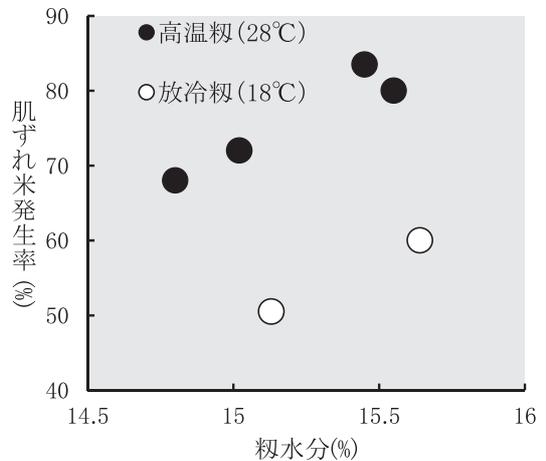


図3-2 粃温度と肌ずれ米発生率

2) 選別

粃摺り後の選別工程は形状選別による粒厚選別、粒厚選別時に取り切れなかった粃殻などのごみを気流による終末速度の違いで取り除くアスピレータ、比重差で石などの異物を取り除く石抜き機、玄米の色で選別する色彩選別機から構成される。

(1) 粒厚選別機

米の充実度は玄米の粒厚と相関が高い。粒厚選別はこの関係を利用した選別方式であり、粒厚の小さい未熟粒や死米などを除去することで、整粒割合を増加させ、玄米の品質を向上させることができる。北海道において粃摺り後の玄米の選別は、共同乾燥調製施設や農家とも粒厚選別機で行われるのが一般的である。粒厚選別機は円筒形状の篩の内側に玄米を供給し、篩もしくは篩内側のロータが回転することで玄米が流動し、篩目より小さい玄米は篩の外に、大きい玄米は内側に残留する。横型は円筒篩が投入口から製品口に傾斜を持たせてあり、流動しながら最下端の製品口に流下する。縦型は篩の内側に取り付けられている回転するロータに玄米を供給し、玄米は流下しながら篩目で選別される仕組みである。

従来使用されていた横形回転篩選別機にかわって、縦形回転篩選別機が急速に普及している。長所は、シリンダ全面が選別に作用するのでシリンダを短くできることと、縦形であるため設置面積が小さく、狭い場所でも使用可能なことが挙げられる。また電子秤を利用して、装置の上部に運ばれた穀粒を連続的に計量・袋詰め作業を行うことができる。回転篩選別機の場合、網目筒の回転数を上げすぎると肌ずれが生じることがあるので、指定された回転数で使用する事が大切である。

(2) 石抜き機

玄米と小石などの異物の比重差を利用した選別機である。比重選別機を小型化したもので、揺動する傾斜スクリーンの下から送風することで、比重の大きい小石は上方向へ、小さい玄米は下方へ移動し選別される仕組みである。大型のものでは傾斜スクリーンが2段になっている。

(3) 色彩選別機

色彩選別機はシュートを流れる玄米に光を当て、反射光および透過光をRGBカメラや近赤外線カメラで一粒ずつセンシングし、着色粒（斑点粒）、未熟粒、被害粒、死米、碎粒や石、ガラス、プラスチック、金属片などの異物を高圧空気の噴射によって選別する。個人利用では数チャンネルの色彩選別機が使用されているが、道内のントリーエレベータなどの選別調製施設では数百チャンネルの色彩選別機が使用されており、全ての玄米の選別に利用されている（図3-3、図3-4）。

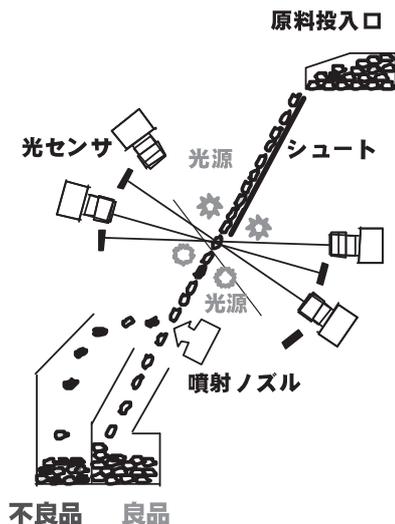


図 3 - 3 色彩選別機の選別方法



図 3 - 4 色彩選別機

4 稲わら収集

圃場での稲わら焼却は原則禁止されており、健康被害や交通障害の原因となるばかりか、産地評価の低下にもつながるため極力行わないと指導されており（令和5年営農改善指導基本方針、北海道農政部）、収集と搬出による適正な処理が求められている。収集にはレーキを、梱包にはロールベアラを使うのが一般的で、天気の良い場合はテッダにより反転を行うことが乾燥促進に有効である。乾燥が進んでいけば牧草収穫と同じ大型のけん引式ロールベアラを使用できるが、水田の圃場面は基本的に軟弱であり、車輪で圃場を練り返す危険があるため、多くは小型の直装式あるいはけん引式ロールベアラ、フルクローラの自走式ロールベアラが使用される。これらのロールベアラで長わら、切断わらのいずれも梱包可能だが、収集率は長わらの90～98%に対して、切断わらでは50～97%と、やや劣る場合がある（表4-1）。梱包作業能率は毎時0.1～0.3haであり、負担面積は年10～30ha程度となる。

収集した稲わらは堆肥化して圃場還元されるほか、良質なものは家畜の敷料や飼料として利用される。堆肥化する場合には、土砂の混入があっても支障はなく、乾燥を行う必要もないが、敷料や飼料として利用する場合には、水分が低くてカビの発生がみられず、土砂の混入が少ないことが求められる。土砂の混入を避けるには、自脱コンバインでわらを切断せず、ノッタ・ドロップで結束することが望ましい。

表 4 - 1 稲わら収集機と作業能率

| | 馬力 (PS) | わらの状態 | 回収率 (%) | ベールの大きさ 直径(m)×幅(m) | 作業能率 (ha/h) |
|-----------|---------------|-------|------------|-----------------------|----------------|
| 自脱コンバイン | 32 | 長わら | 100 | - | 収穫と同時 |
| 自走式ロールベアラ | 40 | 長わら | 90～97 | 1.2×1.2 | 0.34 |
| | | 切断わら | 50～69 | | |
| 自走式ロールベアラ | 6 | 長わら | - | 0.5×0.63 | 0.13 |
| | | 切断わら | - | | |
| 直装式ロールベアラ | トラクタ 18～30 | 長わら | 96～98 | 0.5×0.7 | 0.35 |
| | | 切断わら | 97 | | |



おいしいお米の安定供給 消費者の安心・経営の安定

出 荷 目 標

1 等 米 1 0 0 %
整粒歩合80%以上確保
精米タンパク質含有率6.8%以下
仕上がり水分14.5~15.0%
全量種子更新

一般社団法人 北海道農産協会