

青森県 水稲高密度播種苗栽培マニュアル

Ver.4



令和8年1月

(地独) 青森県産業技術センター農林総合研究所

はじめに

本マニュアルでは、育苗箱当たりの乾籾播種量を 250～300g で育苗した苗を「高密度播種苗」と呼称しています。高密度播種苗栽培では、厚播きした苗を小さく掻き取って田植えすることで 10a 当たりに使う育苗箱数が少なくなるため、育苗経費が削減できること、播種ならびに育苗作業、育苗施設から水田までの育苗運搬、田植機への苗継ぎ作業が軽労化できることに加えて、限られた育苗施設で水稻の作付面積を拡大できることがメリットとして挙げられます。

今回の改訂では、水稻育苗用ロックウールマットの省力性等を追加しました。本マニュアルが青森県における高密度播種苗栽培の安定生産の一助になることを期待します。

〔本書の構成〕

1 高密度播種苗栽培の特徴

高密度播種苗栽培のメリットとポイントを概説しています。

2 作業および管理方法

高密度播種苗栽培に関する試験結果を提示しながら、具体的な作業や管理方法について解説しています。

3、4 「はれわたり」、飼料用米品種「ゆたかまる」の事例

高密度播種苗「はれわたり」、「ゆたかまる」を用いた際の生育・収量性等を解説しています。

目 次

1	高密度播種苗栽培の特徴	
1)	高密度播種苗栽培のメリット	1
2)	苗の生育と育苗管理のポイント	2
3)	本田生育と栽培管理のポイント	3
4)	高密度播種苗栽培の収量性と玄米品質	4
2	作業および管理方法	
1)	種籾の準備	5
2)	播種	6
3)	育苗管理	8
4)	移植	13
5)	本田の施肥管理	14
6)	水管理	15
7)	防除	17
8)	土づくり（稲わらのすき込み）	19
9)	収穫	20
3	「はれわたり」の事例	
1)	加温出芽	21
2)	品種比較	22
3)	疎植栽培	22
4	飼料用米品種「ゆたかまる」の事例	
1)	苗の生育特性	23
2)	栽植密度と収量性	23
3)	全量基肥体系における施肥の組み合わせ	24
4)	追肥体系における追肥のタイミング	25
5	「農なび青森」による高密度播種苗栽培の生育予測	26

1 高密度播種苗栽培の特徴

1) 高密度播種苗のメリット

高密度播種苗栽培では、1箱当たりの乾粕播種量を250～300gと厚播きし、20～25日程度で育苗した苗を田植機で小さく掻き取って移植します。そのため、慣行栽培よりも単位面積当たりの必要苗箱数が減少し、育苗経費の削減や育苗や田植え作業の軽労化を図ることができます。

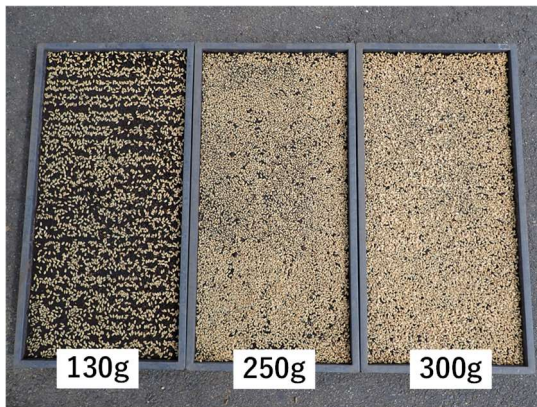


写真1 播種量の比較



写真2 1葉期頃の高密度播種苗

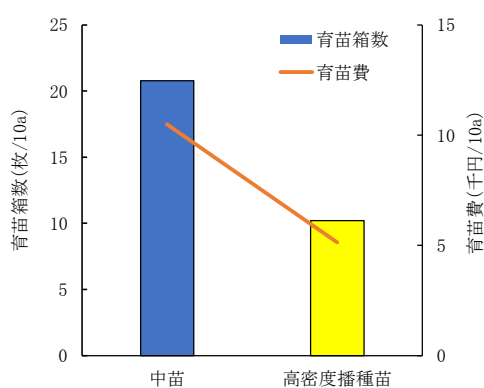


図1 必要苗箱数と育苗費

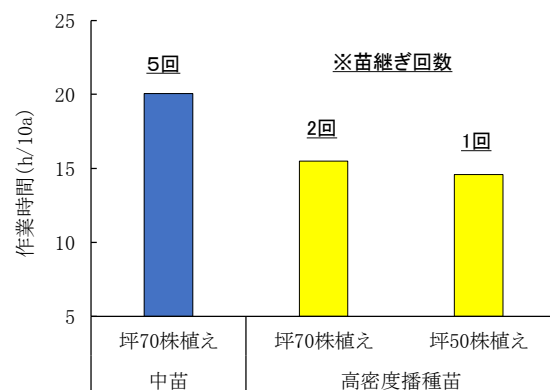


図2 田植えに要する作業時間

注) 必要苗箱数および田植えに要する作業時間は、高密度播種苗の播種量を300g/箱、中苗を130g/箱、栽植密度を23.0株/㎡としたときの実測値(平成29年、農総研)。育苗費は「主要作物の技術・経営指標(青森県農林水産部)」より算出した。

2) 苗の生育と育苗管理のポイント

高密度播種苗は中苗に比べて育苗期間が10日以上短いことから、葉齢が1枚程度少なくなります。また、苗長が短く、1個体当たりの風乾重が軽く、苗の充実度(=風乾重(mg)÷苗長(cm))が低くなります。

表1 移植苗の生育

苗の種類	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	充実度 (mg/cm)
高密度播種苗	14.0	2.1	0.7
中苗	18.2	2.9	1.2
中苗との差・比	-4.2	-0.8	63%

注) 品種:まっしぐら。3か年,3作期(平成30~令和2年)による9事例の平均値。

3作期とは5月上旬,中旬,下旬の異なる3時期に移植した試験事例を示す(以下,同様)。



写真3 高密度播種苗と中苗の比較

育苗管理で多い失敗事例は出芽の不揃い,苗の徒長,苗の老化です。慣行の中苗栽培と同様,基本技術を遵守したきめ細やかな管理が必要です。

- 病気が蔓延しやすいため確実に種子消毒を行う (p.5)
- 浸種時の水温に注意して出芽を揃一にする (p.5)
- 播種日は移植時期から逆算して計画的に行い,苗の老化を防ぐ (p.6)
- 育苗施設の温度管理に注意して苗の徒長を防ぐ (p.9)

3) 本田生育と栽培管理のポイント

高密度播種苗栽培では 2 葉程度の若苗が移植されるため、低節位の分けつが発生しやすく、中苗よりも茎数が増えやすい特性がありますが、その一方で苗の充実度が劣ることから、水管理や除草剤の薬害などによる生育不良が生じやすい傾向があります。また、高密度播種苗は、中苗よりも葉齢が 1 枚程度少ないことから出穂期が 2～3 日程度遅くなります。

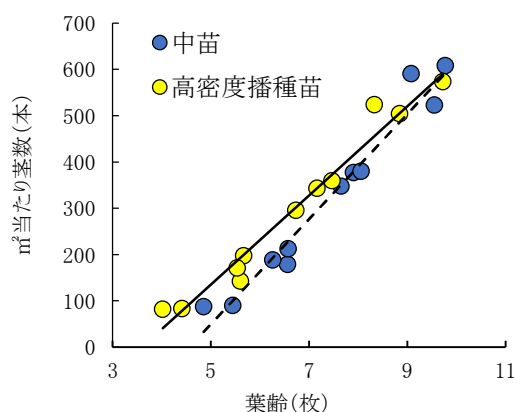


図 3 葉齢に対する m^2 当たり茎数

注) 品種: まっしぐら(平成 30 年, 農総研)

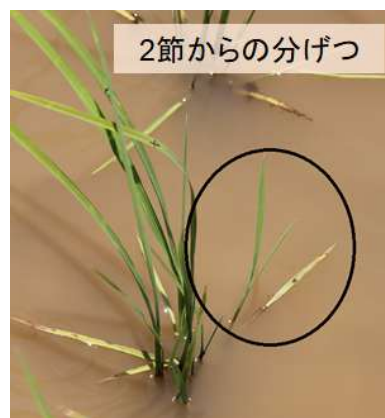


写真 4 低節位から発生した分けつ

注) 品種: まっしぐら(令和元年, 農総研)

表 2 幼穂形成期の生育と出穂期の比較

苗の種類	幼穂形成期の生育			出穂期 (月日)
	草丈 (cm)	茎数 (本/ m^2)	葉色値 (SPAD-502)	
高密度播種苗	63.4	572	36.3	8月8日
中苗	62.0	545	37.9	8月6日
中苗との差・比	+1.4	105%	-1.6	+2.3

注) 品種: まっしぐら。3 か年, 3 作期(平成 30～令和 2 年度(令和元年のみ 2 作期))による 8 事例の平均値。

本田では適期移植, 浮き苗, 枯死苗, 初期生育の不良に注意します。

- 出穂後の登熟気温を確保できる移植晩限以内に田植えをする (p.12)
- 植え代が硬いと植え穴が生じるので, 田植え時の落水に注意する (p.13)
- 初期は浅水管理を行い, 活着と初期生育を促進する (p.14)
- 病虫害防除は育苗箱施用剤を避けて, 側条施薬機等を使用する (p.16～17)
- 異常還元(ワキ)を防ぐ水管理 (p.15) と稲わらのすき込みを行う (p.18)

4) 高密度播種苗栽培の収量性と玄米品質

高密度播種苗栽培の収量，玄米品質は中苗栽培と同等になります。

表 3 収量と収量構成要素の比較

苗の種類	収量 (kg/a)	収量構成要素				
		穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒)	粒数 (百粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
高密度播種苗	65.1	478	73	349	81.5	23.0
中苗	66.0	447	78	351	82.6	22.9
中苗との差・比	99%	107%	93%	100%	-1.1	101%

注) 品種:まっしぐら。3 か年, 3 作期 (平成 30~令和 2 年度 (令和元年のみ 2 作期)) による 8 事例の平均値。

表 4 玄米品質の比較

苗の種類	検査等級 (等)	玄米品質					玄米 タンパク質 含有率 (%)
		整粒 (%)	胴割粒 (%)	白未熟粒 (%)	青未熟粒 (%)	その他 未熟粒 (%)	
高密度播種苗	1	84.7	0.4	3.1	3.2	7.9	6.3
中苗	1	84.5	0.6	3.3	3.5	7.5	6.3
中苗との差	±0	+0.2	-0.2	-0.2	-0.3	+0.4	±0

注) 品種:まっしぐら。3 か年, 3 作期 (平成 30~令和 2 年度 (令和元年のみ 2 作期)) による 8 事例の平均値。ただし, 玄米タンパク質含有率は令和 2 年度における 3 作期の平均値。

玄米品質は穀粒判別器(RGQI20:サタケ社)による測定値で白未熟粒は乳白粒, 基部未熟粒, 腹白未熟粒の合計。

玄米タンパク質含有率は穀物用近赤外成分測定装置(インフラテック nova:FOSS 社製)による測定値で水分 15%換算値。



2 作業および管理方法

1) 種籾の準備

① 選種

採種圃で生産された購入種子による種子更新を推奨します。自家採種する場合には、病害が発生した圃場からの採種は行わないでください。また、充実の良い種子を選別するために塩水選、網目選別などによる選種を行ってください。なお、自家採種に当たっては、改正種苗法を遵守してください。

② 種子消毒

種子消毒剤で消毒する場合は、薬効を高めるため薬液温を10℃以下にしないでください。高密度播種苗は中苗よりも播種量が多く、病気が蔓延しやすいため(図4)、種子消毒を確実にする必要があります。

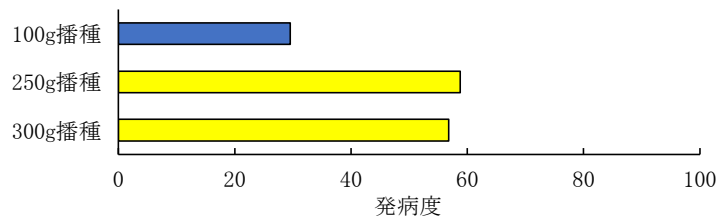


図4 もみ枯細菌病接種条件における発病度

注) 品種: まっしぐら, 浸種: 令和2年4月16~23日(20℃), 催芽なし, 播種: 同4月23日, 蒸気出芽: 同23~25日(30℃), 調査: 同5月5日(播種後12日), 苗箱の大きさ: 慣行の1/3サイズ
播種条件: いなほ特撰培土, 種子消毒なし, タチガレエースM液剤・ダコニール1000(1000倍液: 播種前床土灌注)
接種条件: 100g播種区30g, 250g播種区75g, 300g播種区90gのうち細菌液で処理した接種籾を5g混和した。
発病度 = $\Sigma(\text{発病指数別株数} \times \text{指数}) \times 100 \div (\text{調査株数} \times 3)$, 発病指数: 0; 健全, 1; 葉の白化, 2; 萎凋, 3; 枯死

③ 浸種

浸種は、水温が10℃以上で10日程度を目安として、日平均水温の積算値で100℃程度を確保します。浸種期間が短すぎたり、低温で長期間浸種した場合には、必要な積算水温を確保していても出芽が不揃いになる恐れがあります。

④ 催芽

出芽を早め、かつ揃いにするため、ハト胸程度(芽の長さが0.5~1.0mm程度)に催芽します。芽や根を伸ばし過ぎると播種時に芽が欠損するため出芽不良や病害が発生しやすくなるほか、播種機のロールに種子が詰まり、目標とした播種量を確保できなくなります。

2) 播種

① 播種日の設定

高密度播種苗の育苗日数は、乾籾播種量を 200g とする従来の稚苗と同様に 20～25 日を目安とし、移植日から逆算して計画的に行ってください。ただし、これより育苗期間が長くなる場合には、追肥 (p.9—3④) で苗の老化を緩和します。

高密度播種苗の苗質と育苗日数の関係を見ると、育苗日数が長くなるほど生育が進んで茎葉重が重くなる一方で窒素含有率が低下する傾向がみられます (表 5)。苗の窒素含有率が低下すると苗全体の葉色が淡くなるほか、個体では第一葉の葉身が葉先から徐々に黄化し、やがて強く褐色化します (写真 5)。このような老化苗を移植した場合、下節から発生する分けつが退化して初期生育が不良になる恐れがあります。

また、育苗日数が短すぎる場合には、苗の根量が不足してマット強度が弱くなり、田植え時の作業性が損なわれます。

表 5 育苗日数と苗質の関係

育苗日数	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	茎葉重 (mg/cm ²)	根重 (mg/cm ²)	窒素含有率 (%)	窒素吸収量 (mg/cm ²)
15日	11.9	2.0	41.8	15.1	4.3	1.8
20日	12.0	2.1	48.9	19.8	3.9	1.9
25日	12.3	2.1	52.0	22.8	3.6	1.9
30日	13.2	2.3	59.9	22.5	3.4	2.0

注) 令和 2 年度 指導参考資料「水稻の高密度播種育苗の育苗日数」を改編。



写真 5 高密度播種苗における第 1 葉の褪色

注) 品種: まっしぐら。平成 30 年度試験における乾籾 300g 播種の高密度播種苗。

② 育苗箱

育苗箱は底穴の少ない稚苗箱を使用します。なお、底穴が多い中苗箱を使用する場合には、苗箱用の遮根シートを底面に敷いてください。遮根シートを使用しなかったり、新聞紙など耐性が弱い資材を使用した場合には、苗の根が置床部まで貫通し、苗箱の搬出や移植時の苗取り作業に労力を要することがあります。

床土は、育苗箱の種類によって苗箱の高さが異なるため、播種する前に覆土が 6～7 mm 程度になるように高さを調整します。覆土が薄すぎたり、厚すぎたりすると出芽や苗立ちの不揃いが生じる要因になります。

③ 播種量

播種量は、ギアの組み合わせや播種ロールを交換するなどして入念に調整してください。播種機の調整だけで目標とする乾籾播種量を確保できない場合には、厚播き播種機で播種量を追加することもできます（写真 6）。なお、乾籾 250 g 設定の場合、脱水後の催芽籾の重量は 313 g 程度、乾籾 300 g では 375 g 程度になります。



写真 6 厚播き播種機の使用事例

④ 施肥量

播種時の施肥量は中苗に準じて、N-P-K を育苗箱当たりで各 2.5g 程度を施用します。基肥窒素量を多肥条件にした試験では、塩類濃度障害が生じて地上部の生育が劣ったり、根量が不足して苗マットが不良になった事例がみられました（写真 7）。



写真 7 多肥条件で生育不良が生じた事例

注) 箱当たり施肥量(g/箱)
N-P-K:3.5-2.5-2.5
とかすだけに硫酸を追加して播種時に灌注した。
品種: まっしぐら
乾籾播種量: 300g/箱
播種日: 令和3年4月26日
撮影日: 令和3年5月27日

3) 育苗管理

① 出芽

蒸気出芽器を利用する場合は、30～32℃前後、48時間程度の加温を行います。蒸気出芽器では、低温少照による出芽の遅れや高温多照による「焼け」の発生など、気象条件に左右されずに安定して出芽させることができます。蒸気出芽器から搬出した後は、育苗箱を寒冷紗等で3日ほど覆い、弱光下で徐々に緑化します。搬出直後に強い直射日光に当てると、苗が白化現象を起こして枯死することがあります。

無加温で育苗施設に平置きして出芽させる場合には、育苗箱を置床した後にラブシートをべたがけし、その上からシルバーポリトウを重ねた二重被覆とすることで保温効果が高まります（写真8）。二重被覆をした場合は、シルバーポリトウのみの被覆に比べて低温条件下における出芽促進が期待できます（図5、表6）。

覆土落としは、持ち上がった覆土が十分乾燥してから行います。その際、市販のローラーを使用すると効率的に作業を行うことができます。

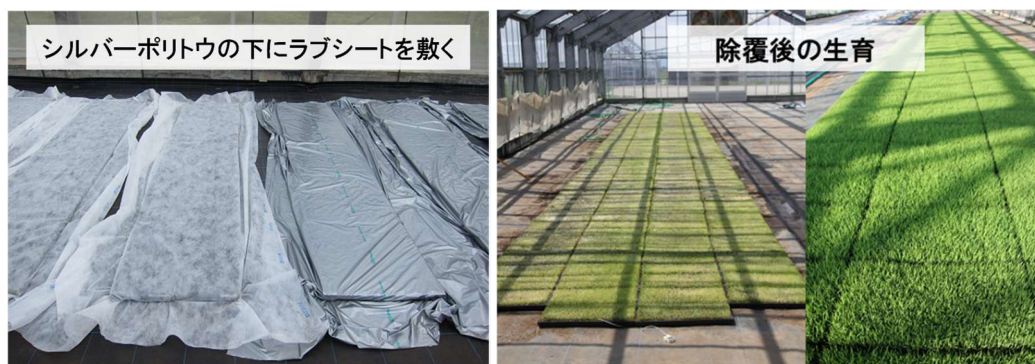


写真8 無加温平置きで二重被覆したときの栽培事例

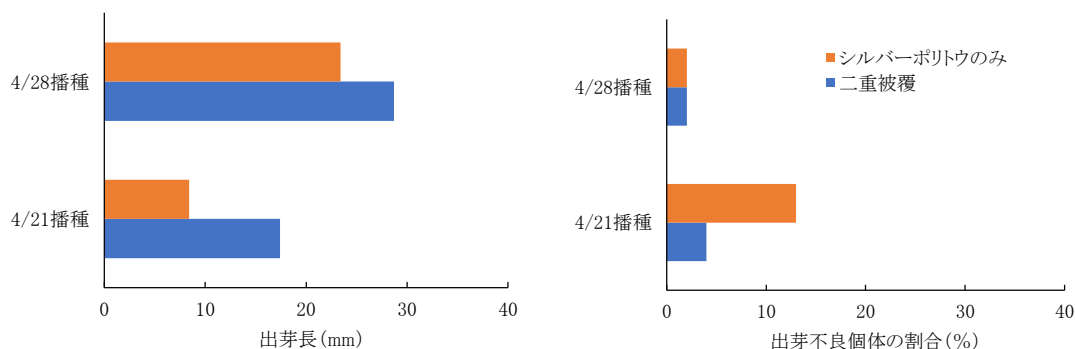


図5 二重被覆による出芽促進効果

注) 平成31年度 指導参考資料「水稻の高密度播種育苗における無加温出芽での効果的な被覆資材利用法」を改編。
(表6も同様)

表 6 二重被覆で出芽したときの苗の生育

被覆方法	草丈 (cm)	第一葉鞘高 (cm)	葉齢 (葉)	充実度 (mg/cm)	マット強度 (kgf)	備 考
シルバーポリウのみ	13.0	4.3	2.0	0.72	2.5	初期生育ややムラ有
二重被覆	14.1	4.7	2.0	0.71	2.5	
二重被覆⇒ラプシート5日	16.5	5.4	2.0	0.65	2.7	

② 温度管理

温度管理は日中の目標温度を 20～30℃とし、苗をできるだけ硬く育ててください。移植 5 日前頃からは日中は全面開放し、降霜するような低温でない限り夜間も上部のみを覆い、両裾を開けて外気にならします。

③ 灌水

高密度播種苗は、中苗よりも乾燥しやすいですが、機械的に毎日灌水すると葉齢が進まず充実不良の軟弱苗となり（写真 9）、本田移植後の活着、初期生育の遅延を招きます（図 6）。育苗期間の水管理は、できるだけ節水に努め、硬い苗を育てるよう努めてください。

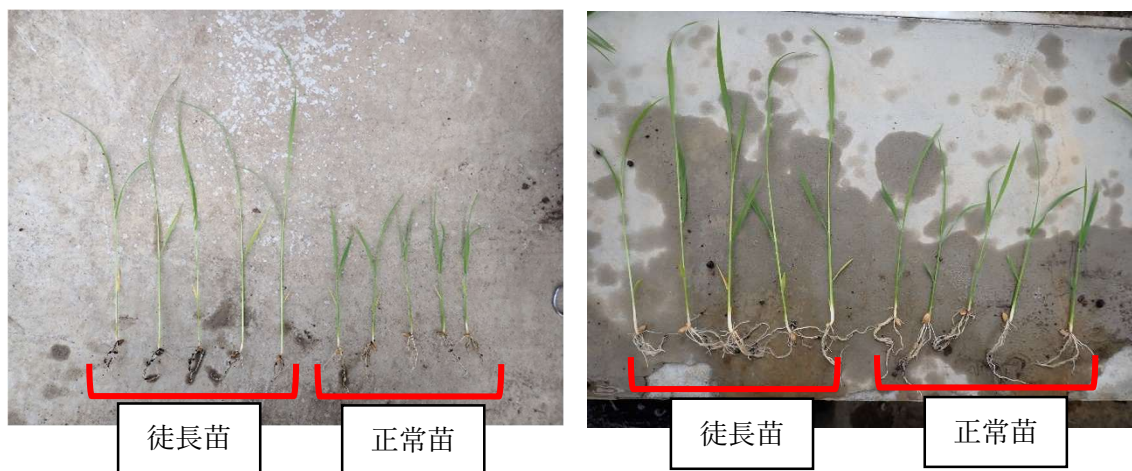


写真 9 「まっしぐら（写真左）」と「ゆたかまる（写真右）」の徒長苗と正常苗

注）播種日：令和 4 年 5 月 6 日，播種量：乾籾 250g/箱，移植日：令和 4 年 5 月 30 日（図 6 も同様）

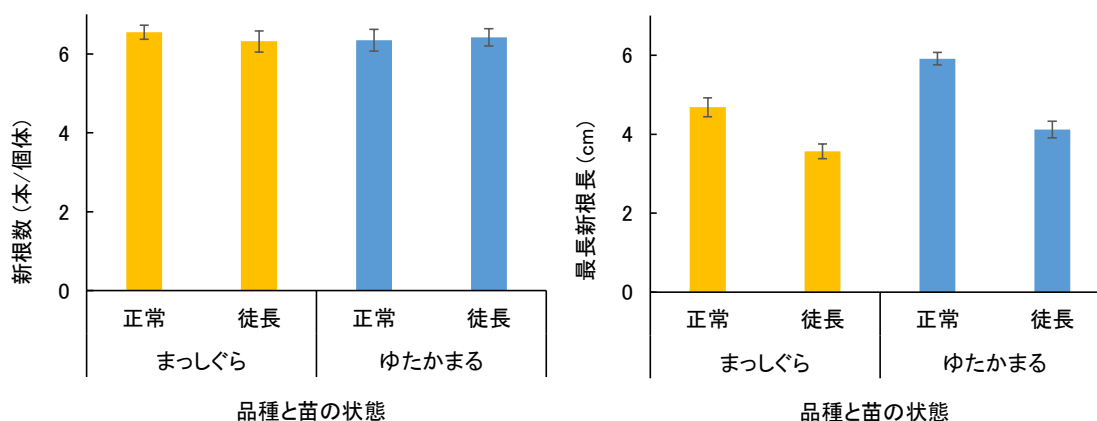


図 6 徒長苗と正常苗の新根数と最長新根長の違い

注) 播種日：令和 4 年 5 月 6 日，播種量：乾籾 250g/箱，移植日：令和 4 年 5 月 30 日

育苗期間中に発生した根を全部切り落とした苗を圃場に移植し，移植 6 日後に圃場から抜き取って調査をした。

④ 追肥

育苗期間が 25 日を超える場合は苗の老化を防止するため，1 箱当たり窒素成分 1g を 500mL の水に溶かして追肥します。追肥直後には肥料ヤケを防ぐ目的で再度かん水を行ってください。

追肥時期は，播種後 14～28 日のどの時期に行っても移植苗の窒素含有率が向上しますが，追肥時期が早い場合には苗の草丈が伸びる傾向が見られます（表 7）。「まっしぐら」など苗が伸びやすい品種では遅い時期に追肥したり，育苗施設の温度管理に注意しながら苗を徒長させないようにしましょう（表 7）。また，追肥する場合であっても育苗期間が 30 日を過度に超えない範囲で移植できるようにしてください。

表 7 追肥時期と移植時の苗質

追肥時期	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	茎葉重 (mg/cm ²)	根重 (mg/cm ²)	窒素含有率 (%)
14日	16.5	2.6	79.2	28.8	3.7
21日	15.8	2.5	76.9	25.0	3.6
28日	15.5	2.4	78.2	31.9	3.7
追肥なし	15.1	2.5	81.3	31.9	3.2

注) 品種：まっしぐら，播種日：令和 3 年 4 月 26 日，調査日：令和 3 年 5 月 26 日（播種後 30 日目）

乾籾播種量：追肥時期 14 日，21 日，28 日＝300g/箱，追肥なし＝250g/箱，

基肥 (/箱)：N-P-K＝2.5g-2.5g-2.5g，追肥 (/箱)：N＝1.0g (500mL の水で溶かしてジョウロでかん水)

⑤ プール育苗

中苗によるプール育苗では水稻の葉齢が 1.5 葉程度になった時期に入水することが推奨されていますが（水稻プール育苗マニュアル，平成 16 年，旧金木地域農業改良普及センター），これに準じた場合，高密度播種苗ではプール育苗期間が短く，十分な省力効果が得られなくなってしまいます。

高密度播種 1～2 日後頃（置床遮断方式で育苗したときの 1 回目に灌水を行う時期）の入水が最苗をプール方式で育苗するときの効率的な入水時期を検討した結果，出芽揃期に達してシルバーポリトウを除草し適でした（図 7～8，表 8）。ただし，出芽が不揃いな状態で入水すると苗立ち不良などによる生育ムラが生じる恐れがあるので，入水は出芽が揃ったことを確認した上で行う必要があります。

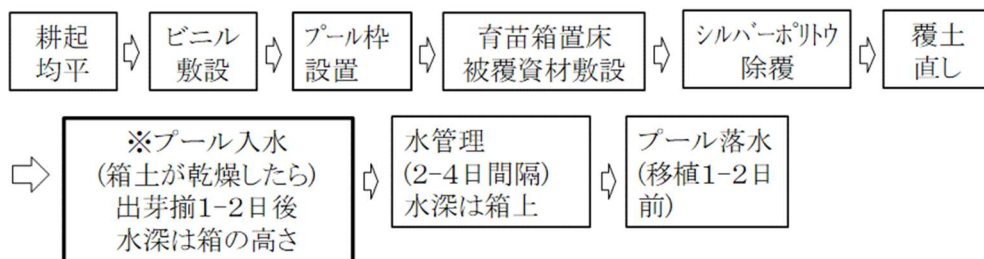


図 7 プール育苗による高密度播種苗の育苗方法

表 8 プール育苗における入水時期と苗の生育

入水時期	播種日 (月日)	入水日 (月日)	苗長 (cm)	第一葉鞘高 (cm)	葉齢 (葉)	充実度 (mg/cm)	マット強度 (kgf)
出芽揃期	5月7日	5月11日	14.8	5.2	1.9	0.80	32.9
1回目灌水時期	〃	5月12日	15.5	5.1	2.0	0.81	35.7
2回目灌水時期	〃	5月14日	14.4	4.4	2.0	0.86	32.4

注) 令和 3 年度 指導参考資料「水稻の高密度播種苗におけるプール育苗の入水時期」を改編（図 7 も同様）。

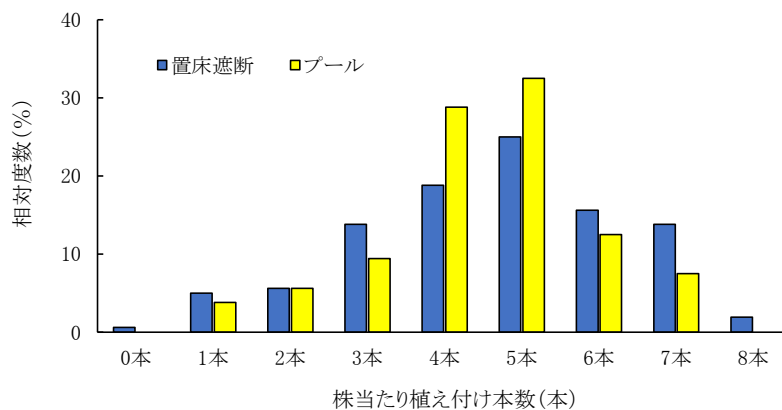


図 8 機械移植精度

⑤ ロックウールマット

水稻育苗用ロックウールマット（日本ロックウール株式会社）は、主成分がケイ酸カルシウムで、軽量・高保水性のため、育苗における作業負担を軽減できる資材です。ロックウールマットの使用により、播種後の苗箱1箱当たり重量は床土使用時より1kg程度軽くなり(図9)、また、育苗期間に必要なかん水回数を減らすことができます(図10)。

苗質については、ロックウールマット育苗は床土育苗と比較して草丈が短く、葉齢が少なく、葉色値が低い傾向を示し、加えてマット強度も弱くなります(表9)。

移植直後、ロックウールマットは床土に比べ草丈が短く、茎数が少なく推移しますが、幼穂形成期を過ぎる頃には生育差が縮まり、成熟期の生育は同程度となり、収量も同等となります(図11)。

【使用の際の注意点】

播種時のかん水量を2Lとします。保水性が高いことから、機械的にかん水すると過湿を招くため、苗箱の重さや葉の様子を観察して判断し、必要時に分量をかん水します。また、20日以上育苗する場合は、1.5葉期に窒素成分を1g/箱追肥します。

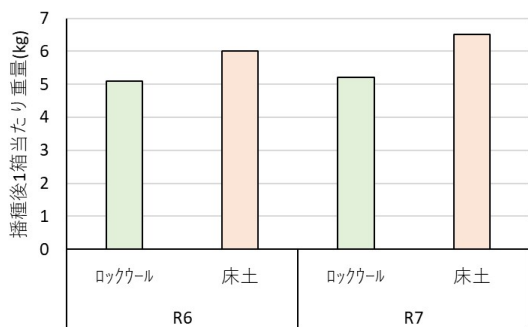


図9 播種後1箱当たり重量の比較

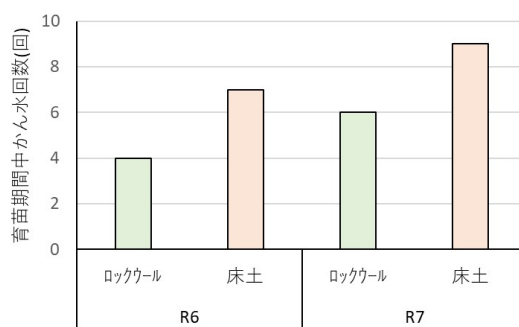


図10 育苗期間中かん水回数の比較

注) 育苗期間はR6が4/9～5/1、R7が4/25～5/20

表9 移植時の苗の比較

	R6				R7			
	草丈(cm)	葉齢(葉)	葉色値	マット強度(kgf)	草丈(cm)	葉齢(葉)	葉色値	マット強度(kgf)
ロックウール	13.5	2.1	24.6	2.13	11.9	2.1	28.2	1.56
床土	16.2	2.2	28.5	3.35	14.9	2.3	31.6	2.15

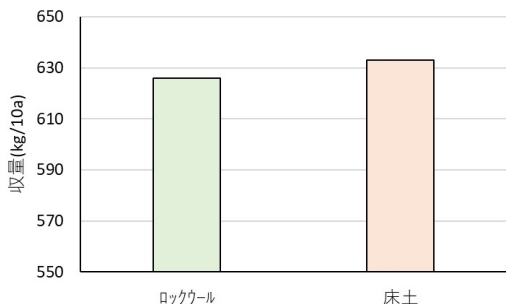


図11 収量の比較

4) 移植

① 移植時期

移植日の早限は、中苗栽培と同様に日平均気温が 12～13℃以上となる時期を目安にします。一方、晩限は中苗よりも出穂期が 3 日程度遅くなることを考慮して、県南地域などヤマセの影響を受けやすい地域では中苗栽培よりも早めに設定し、登熟気温を確保する必要があります（図 12）。

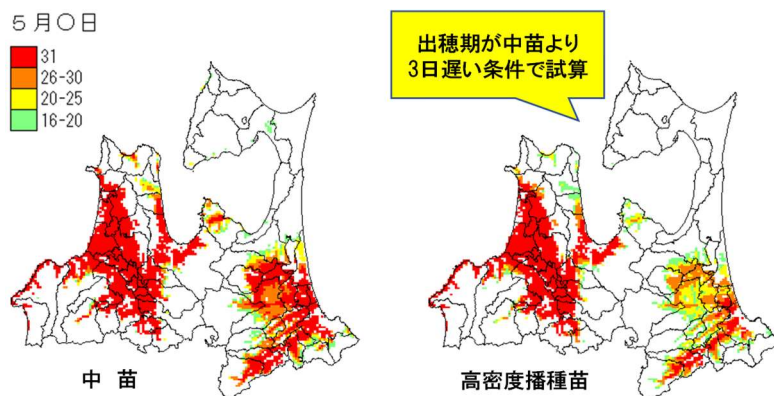


図 12 登熟気温が 20℃以上を確保する高密度播種苗の移植晩限

注) 令和 2 年度 指導参考資料「水稻の高密度播種育苗の移植晩限」より引用。

② 栽植密度

栽植密度は、疎植になるほど育苗箱の減少によるコスト削減効果が大きくなりますが、収量が低下する傾向がみられます（図 13）。高密度播種苗による疎植栽培の収量性、コスト削減による効果を試算した結果、利益は 70 株植えが最も高く、10a 当たりの生産性をより向上させる場合は栽植密度を坪当たりで 70 株程度にした方が有利でした。

ただし、高密度播種苗による疎植栽培であっても利益は慣行の中苗栽培を上回ることから、稲作の大規模経営や労働力不足に対応した省力性を優先させる場合には実用的な省力技術になります。

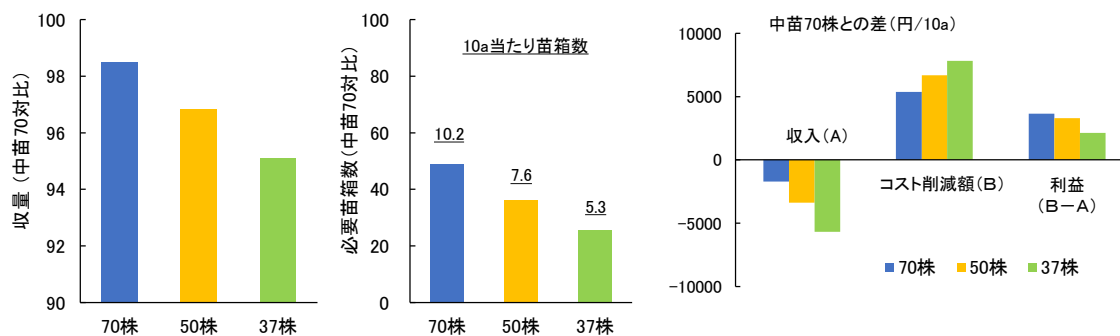


図 13 主食用「まっしぐら」における坪当たり栽植密度と収量性、省力性、収益性

注) 令和 3 年度 指導参考資料「水稻品種「まっしぐら」における高密度播種苗を用いた疎植栽培の収量性と収益性」を改編。

③ 移植時の落水

高密度播種苗は田植機による掻き取り面積が小さく、「おもり」となる土の量が少ないことから、田植機の移植爪による植え穴が生じると入水後の浮き苗が発生しやすくなります（写真 10）。また、移植苗の根部が露出することによって、除草剤の薬害が生じる恐れがあります。

移植時は、落水時期が早すぎて田面が硬くならないように注意するほか、事前に圃場の均平化を図ることが重要です。また、直進アシスト田植機などによる直進機能を利用しながら、ごく浅水条件で田植えすることも浮き苗対策に繋がると考えられます。



写真 10 移植時の土壌硬度と植え穴

注) ゴルフボールは移植当日に高さ 1m から自然落下させた。

④ 植え付け深さと植え付け本数

移植時の植え付け深さは 3cm 程度とします。浅すぎる場合には浮き苗の発生が助長されるほか、除草剤の薬害が発生しやすくなります。一方、深すぎる場合には、活着の遅れや分げつの発生が抑制されて初期生育が確保できなくなります。株当たり植え付け本数は、田植機の縦送りと横送りを調整して 4~5 本程度に設定してください。

5) 本田の施肥管理

施肥管理は、慣行の中苗栽培に準じて行います。ただし、高密度播種苗では中苗よりも低節位分げつや二次分げつの発生が多くなりやすいため、幼穂形成期頃の莖数が多く、葉色値が低くなり、成熟期には穂数が多く、一穂粒数が少なくなる傾向がみられます（図 14）。

高密度播種苗栽培で順調に初期生育が確保された場合には、幼穂形成期頃の葉色が低下しやすくなりますので、穂肥 1 回体系では幼穂形成期を逸せず、適期に追肥してください。なお、高密度播種苗栽培の幼穂形成期は、中苗栽培よりも 3 日程度遅くなります。

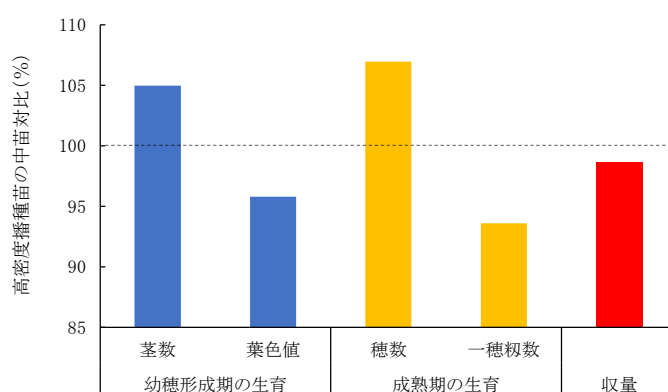


図 14 高密度播種苗栽培と中苗栽培の生育相，収量の比較

6) 水管理

高密度播種苗は中苗に比べて草丈が短く，冠水しやすいことから，移植後は過度な深水にならないように注意してください。特に，移植苗が長期間冠水した場合には活着が劣ったり，表層剥離や藻類に覆われることで生育不良や枯死苗が生じるおそれがあります（表 10）。高密度播種苗栽培では，生育初期を浅水条件で管理することを推奨します。

表 10 移植後の水管理が移植後の根量，欠株率，茎数，穂数に及ぼす影響

水管理	移植7日後の根量	欠株率 (%)	茎数(本/株)				穂数 (本/株)
			6月24日	7月2日	7月11日	7月22日	
深水区	20.7	6.7	5.3	11.3	18.3	23.0	17.9
浅水区	37.7	1.7	7.6	14.7	22.9	25.3	19.7
差・比	55%	+5.0	70%	77%	80%	91%	91%

注) 品種: まっしぐら, 播種日: 令和元年5月2日, 播種量: 乾籾 300g/箱, 育苗日数: 22日,

移植日: 令和元年5月24日, 栽植株数: 坪70株設定。移植7日後の根量は新根数と最長新根長の積。

深水区は移植後1~7日の水深を5~10cm, それ以降を3~5cmとし, 浅水区では移植後から水深を3~5cmで管理した。

また，稲わらのすき込みによる土壌の急激な還元により，水稻の生育が抑制されやすい圃場では，分けつ盛期（6月中旬頃）に3~5日程度の軽度な落水管理を行うことが有効です。

6月中旬の早期落水管理により還元状態を緩和して（図 15），水稻の初期生育を確保することで収量の向上や玄米タンパク質含有率の抑制を図ることができます（表 11）。なお，早期落水管理で軽度に地固めすると，有効茎を確保した後（6月下旬~7月上旬頃）に行う中干しの効果も高くなります。

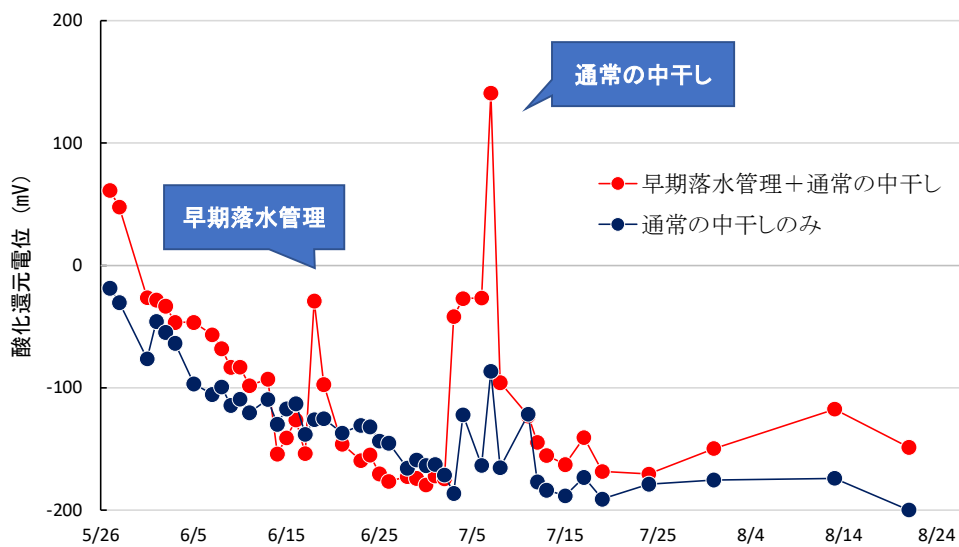


図 15 早期落水管理の有無が酸化還元電位に及ぼす影響（令和 3 年）

注) 令和4年度 指導参考資料「水稻の初期生育及び収量安定のための稲わらすき込み技術」を改編（表 10 も同様）。
 品種：青天の霹靂，稲わら処理：春すき込み，移植日：令和 2 年 5 月 20 日，令和 3 年 5 月 19 日
 移植苗：中苗（機械植え），施肥量(kg/a)：N-P-K=0.35-1.0-1.0，追肥(kg/a)：N=1.5
 早期落水管理：令和 2 年 6 月 16 日～6 月 21 日，令和 3 年 6 月 15～18 日
 通常の中干し：令和 2 年 7 月 4 日～7 月 10 日，令和 3 年 6 月 30 日～7 月 7 日

表 11 早期落水管理の有無が水稻の生育，収量に及ぼす影響

早期 落水管理	生育量(草丈×m ² 当たり茎数)×100				収量 (kg/a)	玄米タンパク 質含有率 (%)
	6月2半旬	4半旬	6半旬	幼穂形成期		
あり	26	60	141	226	58.8	6.3
なし	27	46	109	154	51.9	6.7
差・比	97	130	129	147	113	-0.4

注) 耕種概要は図 12 に準じる。玄米タンパク質含有率は水分 15%換算値。

7) 防除

① 病虫害防除

高密度播種苗栽培など10a当たりの必要苗箱数を削減する省力技術で育苗箱施用剤を使用した場合には、単位面積当たりの薬剤投入量が低下することがあります。

高密度播種苗栽培における病虫害防除は薬剤の効果を安定させる方法のひとつとして、移植同時側条施薬機による側条施薬があります。移植同時側条施薬は、専用の施薬機が移植と同時に条方向に沿って溝を切り、溝内に薬剤と肥料を施用した後に覆土を行って病虫害を防除する技術です(図16、写真11)。これまでの実証試験では、クロラントラニプロール剤によるイネミズゾウムシの幼虫に対する防除効果(表12)やプロベナゾール剤による葉いもちに対する防除効果(図17)が確認されています。

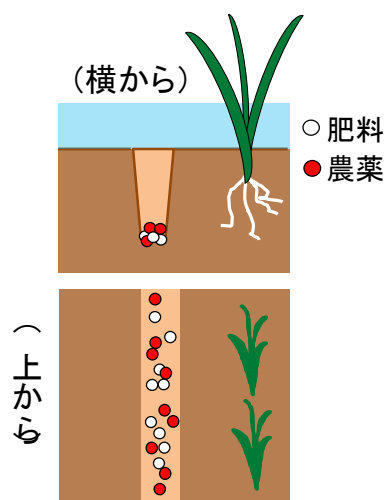


図16 側条施薬のイメージ



写真11 側条施薬機

表12 クロラントラニプロール剤によるイネミズゾウムシに対する防除効果

側条施薬名	実薬剤施用量	10株当たり幼虫数					対比	薬害
		若齢	中齢	老齢	土繭	合計		
クロラントラニプロール・ プロベナゾール粒剤 (Dr.オリゼフェルテラ粒剤)	0.99kg/10a	0	0	0.5	0	0.5	1.5%	無
無処理	-	6.5	10	16.5	0	33	100%	

注) 令和2年度 指導参考資料「水稻高密度播種苗栽培における葉いもち及びイネミズゾウムシに対する側条施薬による防除法」より引用(図14も同様)。

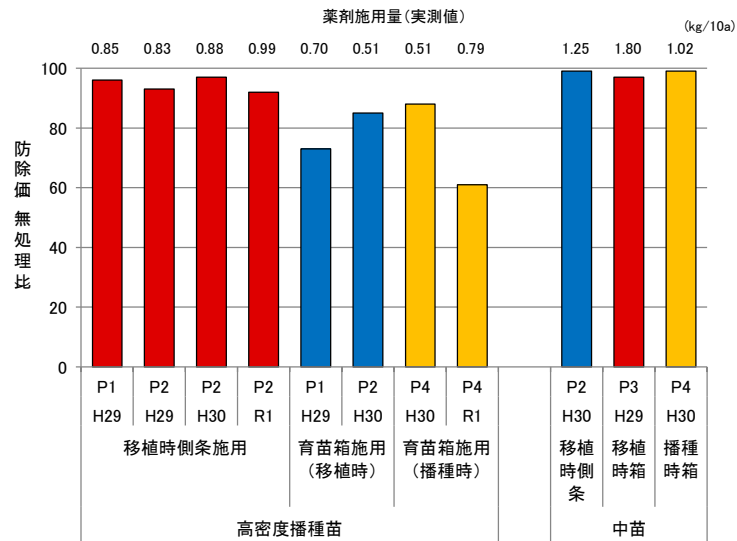


図 17 プロベナゾール剤による葉いもちに対する防除効果

注) 図中の P1 は Dr. オリゼパディート粒剤, P2 は Dr. オリゼフェルテラ粒剤, P3 は Dr. オリゼプリンス粒剤 6, P4 はファーストオリゼプリンス粒剤 6 を施薬したことを示す。

② 雑草防除

高密度播種苗は中苗に比べると苗質が軟弱徒長気味になるため、除草剤による薬害の影響を受けやすい苗質になります (図 18)。除草剤を散布するときは、登録内容や使用上の注意事項を確認し、適正な管理を行ってください。

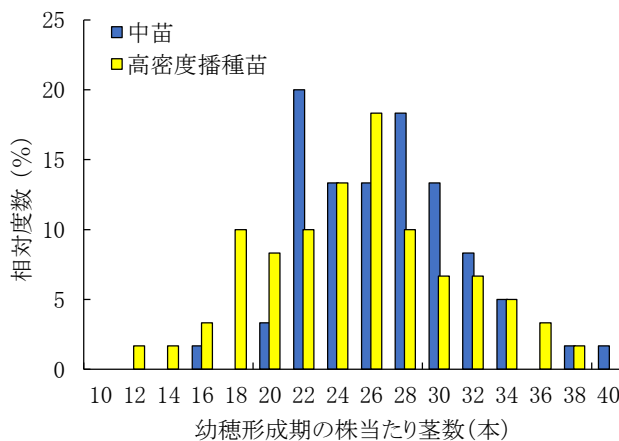


図 18 除草剤による薬害が生じた圃場における幼穂形成期の株当たり茎数の分布

注) 品種: まっしげら, 移植日: 令和元年 5 月 21 日, 薬剤散布日: 同 5 月 29 日, 薬剤: プタクロール・ベンゾビスクロン・ベンゾフェナップ粒剤, 画像撮影日: 同 6 月 13 日

8) 土づくり (稲わらのすき込み)

収穫後の稲わら残さを土壤にすき込むことで土壤に含まれる腐植の消耗を防ぎ、地力の維持を図ることができますが、稲わらが急激に分解された場合には土壤が還元状態になりやすく、生成された有機酸や2価鉄などの有害物質の影響により水稻の生育が抑制されることがあります (写真 12, 図 19)。



写真 12 異常還元による生育不良

注) 品種: まっしぐら, 播種量: 乾籾 300g/箱, 移植日: 平成 29 年 5 月 26 日, 撮影日: 同 6 月 16 日

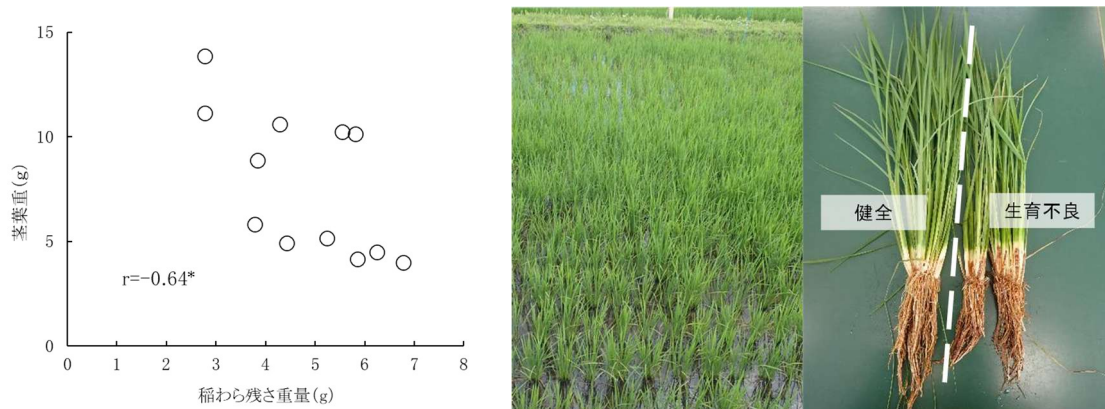


図 19 高密度播種苗栽培における稲わら残さと地上部風乾重の関係

注) 品種: まっしぐら, 播種量: 乾籾 250g/箱, 移植日: 令和 2 年 5 月 22 日, 調査日: 同 7 月 6 日, 調査方法: 生育不良が生じた試験圃場から健全に生育した個体と生育が不良であった稲株を選出し、それぞれについて稲株を中心に直径 31.0cm の塩ビパイプで作土層を掘り取りして茎葉重と稲わら残さの風乾重を計量した。

土壤の異常還元を抑制するには春耕による稲わらのすき込みを避けて、収穫後のなるべく早い時期の秋耕ですき込みを行い、稲わらの分解を促進させることが重要です。その際には、耕起深を 5~7cm 程度の浅耕にするほか、細断した稲わらに石灰窒素等の腐熟促進剤を事前に施用すると効果的です (図 20)。また、秋耕が困難な場合には、秋

期に稲わらの上から石灰窒素（20kg/10a）を散布して春耕ですき込むことで、土壤還元の影響を緩和することができます（図 21）。

なお、石灰窒素を 20kg/10a 散布した場合には、翌春の本田施肥窒素量を 1kg/10a 程度減肥することができます。

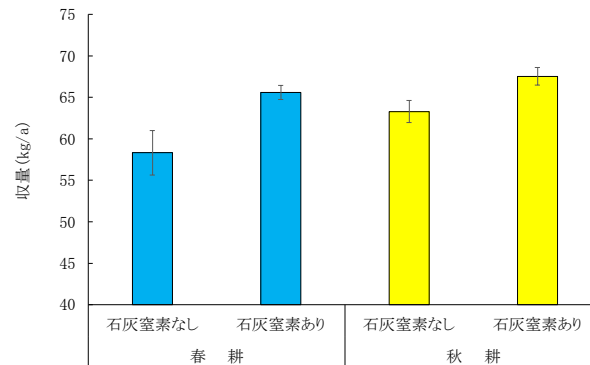


図 20 稲わらのすき込み方法が収量に及ぼす影響

注) 品種: まっしぐら, 石灰窒素散布: 令和 2 年 10 月 11 日 (20kg/10a)
 秋耕: 令和 2 年 10 月 13 日, 春耕: 令和 3 年 4 月 27 日, 移植日: 令和 3 年 5 月 21 日,
 移植苗の播種量: 乾籾 250g/箱, 施肥量 (kg/a): N-P-K: 0.75-1.0-0.75 (てまらいず A)

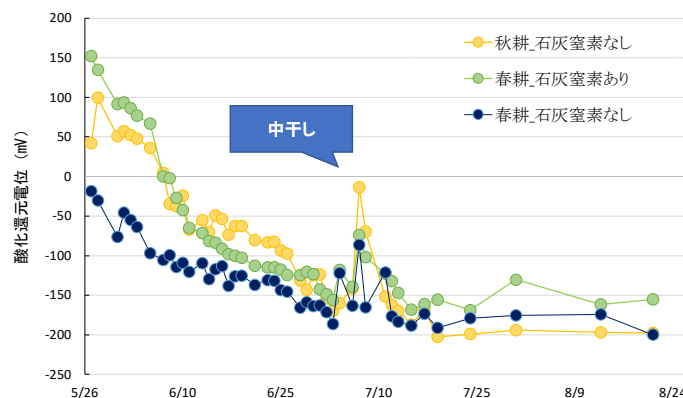


図 21 稲わらのすき込み方法が酸化還元電位に及ぼす影響

注) 石灰窒素散布: 令和 2 年 10 月 21 日 (20kg/10a), 秋耕: 令和 2 年 10 月 23 日, 春耕: 令和 3 年 4 月 7 日
 令和 4 年度 指導参考資料「水稻の初期生育及び収量安定のための稲わらすき込み技術」を改編。

9) 収穫

移植日が同日の場合、高密度播種苗栽培の出穂期は中苗栽培よりも 2~3 日程度遅くなるため、成熟期の到達日も 3~4 日程度遅くなります。収穫作業は、それぞれの品種特性を考慮して適期に行ってください。

3 「はれわたり」の事例

1) 加温出芽

穂発芽性が「極難」である「はれわたり」の高密度播種苗栽培において、育苗器使用し、播種後 30°Cで 48 時間程度加温すると、出芽揃いが 1～3 日早くなり、草丈は 1.5 cm 程度長くなります（表 13）。また、苗長 10cm 未満（未出芽を含む）の個体が減少するほか（図 22）、マット強度が増加します。出芽を揃えるために育苗器を積極的に使用しましょう。

表 13 移植時の苗

加温出芽	出芽揃いまでにかかった日数	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	乾物重 (g/100本)	マット強度 (kgf)
あり	2	14.6	2.1	1.01	3.65
なし	3～5	13.1	2.2	1.07	2.82

注) 2か年(令和2～3年)平均値。

播種日:令和4年4月28日,令和5年4月28日,播種量:乾籾250g/箱

加温出芽ありは,30°Cで48時間程度加温。加温出芽なしは,播種後にラプシート+シルバーポリウの二重被覆によりハウスに設置。

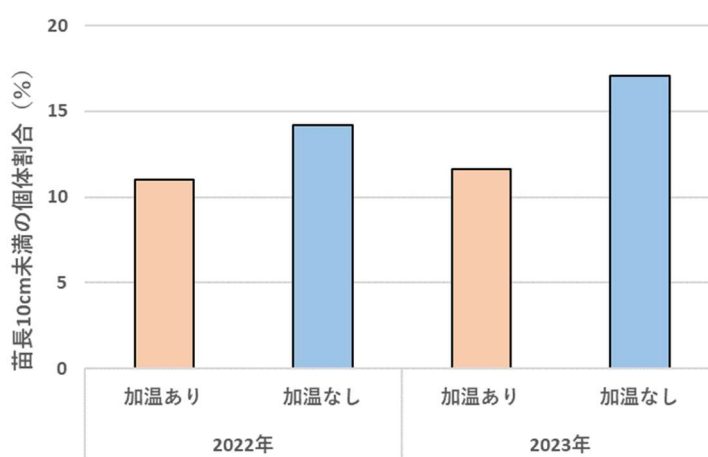


図 22 播種後 20 日頃の苗長 10cm の個体割合

2) 品種比較

高密度播種苗栽培での「はれわたり」の収量は、「まっしぐら」と比較すると 98%程度となり、玄米品質は「まっしぐら」を上回ります（表 14）。

表 14 「はれわたり」と「まっしぐら」の収量、品質の比較

品種	収量構成要素						玄米品質		
	収量 (kg/10a)	穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒)	粒数 (百粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク質 含有率 (%, 水分15%)	検査等級	整粒歩合 (%)
はれわたり	594	447	72	318	83	22.6	6.3	1下	66
まっしぐら	609	454	75	336	81	22.8	6.4	2上	60

注) 2か年(令和2~3年)平均値。

播種日:令和4年4月28日, 令和5年4月28日, 播種量:乾籾250g/箱, 移植日:令和4年5月19日, 令和5年5月18日(機械植え)

施肥量(kg/a):0.8Nkg(全量基肥一発体系)(令和4年), 0.5Nkg+0.2Nkg(追肥1回体系)

3) 疎植栽培

高密度播種苗栽培での「はれわたり」の坪当たり50株植えとした疎植栽培での収量性は、中苗70株植えと比較すると11ポイント低くなります（図23）。

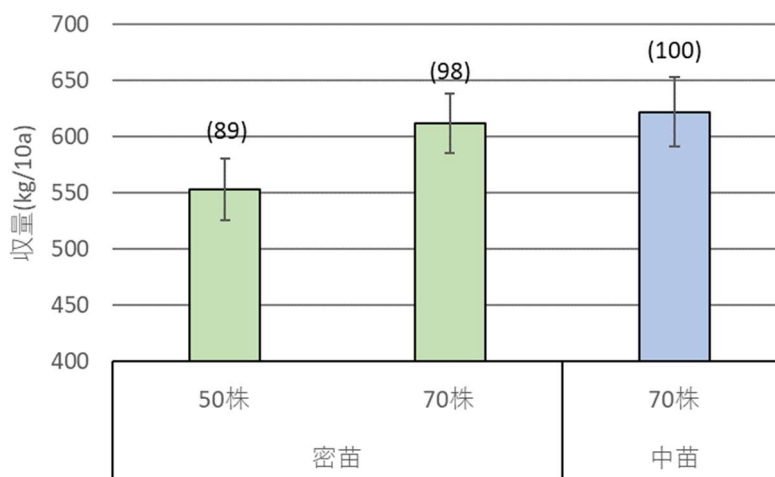


図 23 高密度播種苗を疎植栽培にした際の収量の比較

注) 2か年(令和2~3年)平均値。

播種日:令和4年4月28日, 令和5年4月28日, 播種量:乾籾250g/箱, 移植日:令和4年5月19日, 令和5年5月18日(機械植え)

施肥量(kg/a):0.8Nkg(全量基肥一発体系)(令和4年), 0.5Nkg+0.2Nkg(追肥1回体系)

4 飼料用米品種「ゆたかまる」の事例

1) 苗の生育特性

「ゆたかまる」の高密度播種苗は「まっしぐら」に比べて苗長が同等，葉齢が多く，充実度が高くなります（図24）。

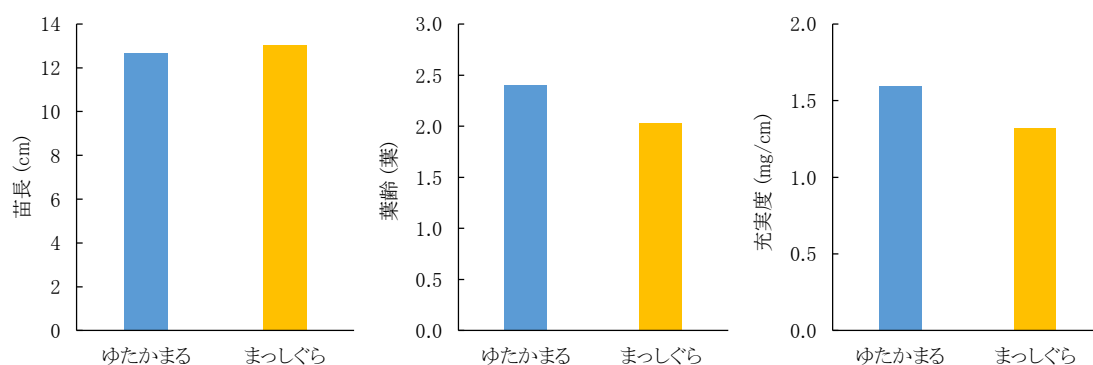


図24 「まっしぐら」と比較した「ゆたかまる」の高密度播種苗の特徴

注) 2か年(令和2~3年)平均値。

播種日: 令和2年5月1日, 令和3年5月6日, 播種量: 乾籾 250g/箱, 育苗期間: 約25日間, 育苗方法: 無加温平置き of 二重被覆

2) 栽植密度と収量性

「ゆたかまる」の高密度播種苗において，坪当たり栽植密度70株と比較した場合，50株で3%，37株で2%減収します（図25）。また，飼料用米の多収生産において重要なシンク容量は，50株で6%，37株で5%減少します（図25）。

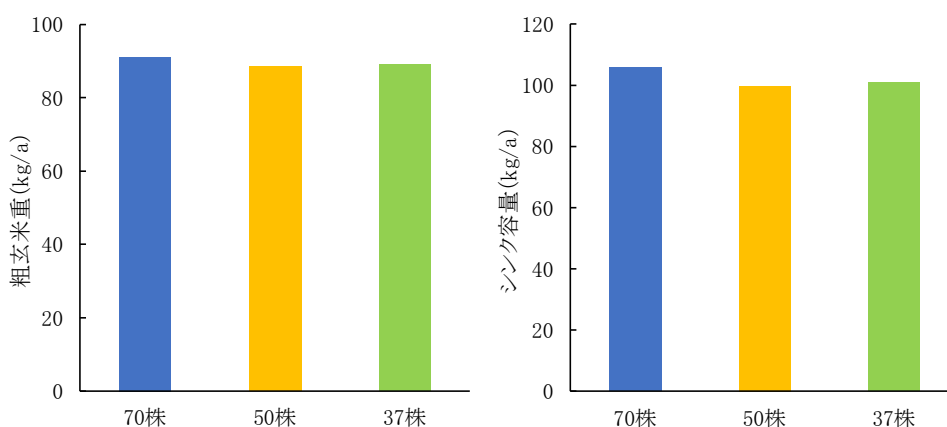


図22 飼料用米「ゆたかまる」における坪当たり栽植密度と収量及びシンク容量

注) 播種日: 令和2年5月1日, 播種量: 乾籾 250g/箱, 移植日: 令和2年5月25日(手植え)

施肥量(kg/a): N-P-K=1.25-0.75-0.75 (化成肥料: 0.75+LPS40:0.5の全量基肥体系)

3) 全量基肥体系における施肥の組み合わせ

窒素施用量は、速効性肥料を 0.75kg/a とシグモイド型緩効性肥料（LPS 肥料） 40 日タイプを 0.5kg/a を組み合わせて施用することで、シンク容量を確保することが出来ます（図 26, 27）。地域や気象条件や圃場の地力等によっては、LPS40 日タイプよりも LPS60 日タイプが適する可能性があります。

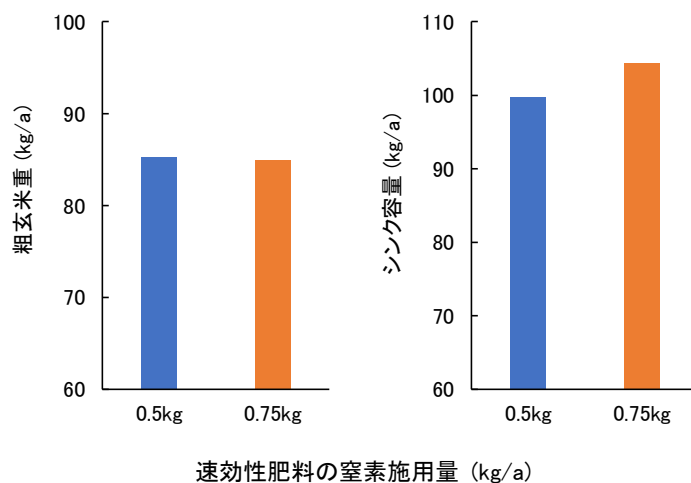


図 26 飼料用米「ゆたかまる」における速効性肥料の施用量と収量性

注) 播種日:令和 2 年 5 月 1 日, 令和 3 年 5 月 6 日, 播種量: 乾籾 250g/箱, 移植日: 令和 2 年 5 月 25 日, 令和 3 年 5 月 27 日(機械植え)
 施肥量(kg/a):0.5kg/a 区:N-P-K=1.0-0.5-0.5 (化成肥料:0.5+LPS40 または LP60:0.5), 0.75kg/a 区:N-P-K=1.25-0.75-0.75 (化成肥料:0.75+LPS40 または LP60:0.5)

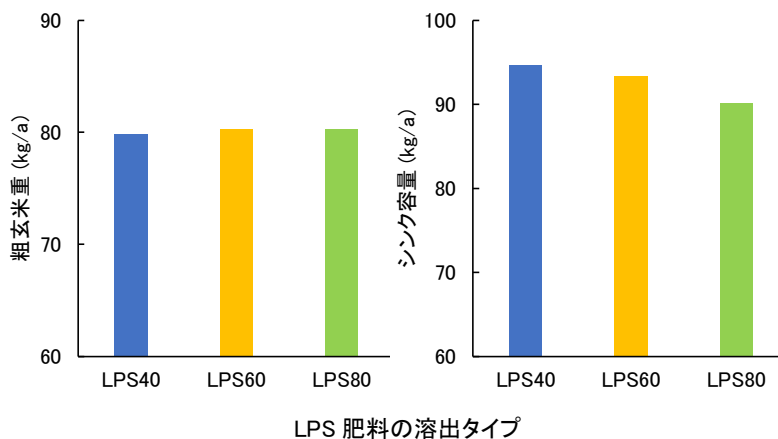


図 27 飼料用米「ゆたかまる」における LPS 肥料の溶出タイプと収量性

注) 播種日:令和 4 年 5 月 6 日, 播種量: 乾籾 250g/箱, 移植日: 令和 4 年 5 月 30 日(機械植え)
 施肥量(kg/a): N-P-K=1.25-0.75-0.75 (化成肥料:0.75+各 LPS 肥料:0.5)

4) 追肥体系における追肥のタイミング

LPS40 日タイプは幼穂形成期頃の葉色値が高くなり、穂数が多くなることでシンク容量の確保に繋がります(図 28, 29)。なお、緩効性肥料を使わずに追肥体系で栽培する場合は、幼穂形成期頃に追肥をすると良いでしょう。

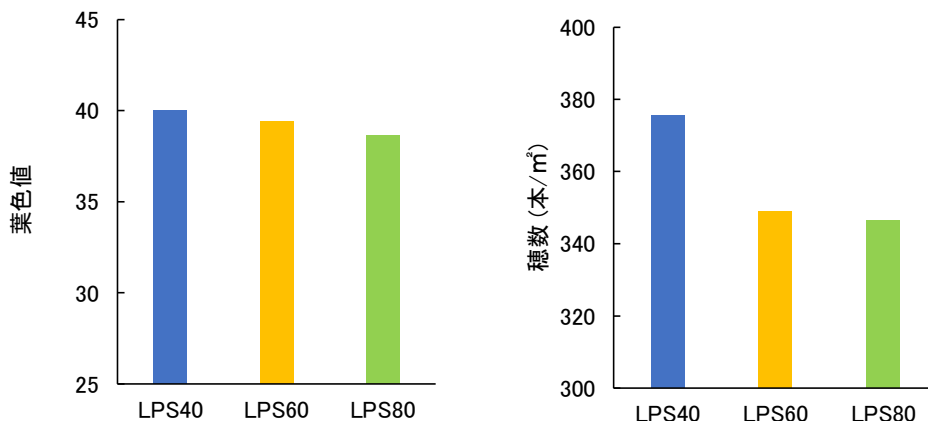


図 28 幼穂形成期頃の葉色値と穂数

注) 播種日:令和4年5月6日, 播種量: 乾籾 250g/箱, 移植日:令和4年5月30日(機械植え)
施肥量(kg/a):N-P-K=1.25-0.75-0.75 (化成肥料:0.75+各 LPS 肥料:0.5)

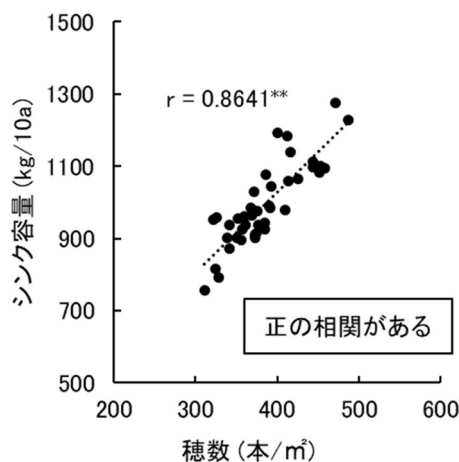


図 29 シンク容量と穂数の関係

注) 3か年(令和2~4年)による41事例の平均値。

シンク容量とは…

増収の可能性を示す指標の一つに、「籾数の多さ」と「もみ殻の大きさ」から示されるシンク容量(=㎡当たり籾数×整粒玄米一粒重)があります。飼料用米の多収生産では、シンク容量の増大と登熟歩合の向上が重要です。しかし、登熟歩合の良否は、登熟期間の天候等の影響を受けやすいため、天候等の影響を受けにくく、施肥管理でコントロールしやすいシンク容量を前もって大きくすることが収量を確保するためのポイントとなります。

5 「農なび青森」による高密度播種苗栽培の生育予測

令和7年3月に青森県農業・就業情報サイト「農なび青森」の水稲生育予測に高密度播種苗による予測機能が追加されました。同メニューにおける初期入力画面の「移植苗」の項目で高密度播種苗を選択（図30）することで生育予測情報を参照できます。

高密度播種苗栽培では、中苗よりも葉齢が少ない苗を移植するため、生育ステージ到達日は中苗よりも遅くなります。農林総合研究所の試験事例では、高密度播種苗は中苗よりも幼穂形成期は4日程度、出穂期は3日程度遅くなる傾向でした（表15）。

この結果から、高密度播種苗の生育ステージの到達日は、穂首分化期から冷害危険期までは中苗の予測結果に4日を加算した日、出穂期では中苗の予測結果に3日を加算した日としています。

図30 「農なび青森」における水稲生育予測の初期入力画面

表15 高密度播種苗と中苗の生育ステージ到達日の差

年次	移植日	幼穂形成期(月/日)			出穂期(月/日)		
		中苗	高密度播種苗	差	中苗	高密度播種苗	差
2017年	5月26日	7/14	7/18	4日遅	8/9	8/12	3日遅
2018年	5月10日	7/8	7/12	4日遅	7/31	8/1	1日遅
	5月21日	7/12	7/16	4日遅	8/4	8/7	3日遅
	5月31日	7/20	7/23	3日遅	8/14	8/15	1日遅
2019年	5月10日	7/7	7/10	3日遅	7/31	8/1	1日遅
	5月21日	7/12	7/16	4日遅	8/3	8/7	4日遅
	5月31日	7/18	7/22	4日遅	8/9	8/12	3日遅
7事例の平均値		7/13	7/17	3.7日遅	8/6	8/8	2.3日遅

〔試験担当者〕

青森県産業技術センター農林総合研究所

作物部 木村利行，工藤予志夫，横山裕正，及川聡子，佐藤佑

病虫部 倉内賢一，對馬佑介，八木橋素良

農業 ICT 開発部 福沢琢磨

水稻品種開発部 落合祐介

〔マニュアルに関するお問い合わせ〕

農林総合研究所 作物部 電話 0172-52-4396（直通）