

委託試験成績（令和2年度）

担当機関名 部・室名	栃木県農業試験場 研究開発部水稲研究室
実施期間	令和元（2019）年度～令和2（2020）年度、継続
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課題名	栃木県における密苗播種・移植システムに対応した薬剤側条施用技術の実証
目的	<p>栃木県は、水稲の作付面積が約56,000haで全国8位の産地である。しかし、農業従事者の平均年齢は64.6歳と高齢となっている上、農業後継者がいると回答した世帯は約3割となっている（農業センサス2015より、販売目的の稲及び販売農家に関する数値）。このように、高齢化が進み、後継者が3割にすぎないことから、今後は後継者を中心に、農地の集積が想定され、1農家あたり栽培面積の増加が考えられる。しかし、既存の栽培方法では、規模拡大に限界があることから、新たな省力化技術が求められている。</p> <p>密苗は、育苗箱数の低減により、育苗管理、苗の運搬等、育苗の労力を大幅に軽減でき、また、コスト削減につながることから、上記の課題に対し、有効な技術であると考えられる。しかし、密苗播種・移植システムは、箱施用剤の1箱あたり農薬濃度が低下することによる薬効低下が懸念されることから、県内全域での普及のため、薬剤の側条施用による技術の適応性を検討する。</p> <p>令和元（2019）年度については、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシともに平年に比べ発生数がやや少なく（令和元（2019）年5月下旬・農業環境指導センター調べ）薬剤の効果については判然としなかった。</p> <p>令和2（2020）年度については、場内での試験を継続するとともに、県内における虫害の常発地域において現地試験ほ場を設け実証を行う。</p>
担当者名	研究開発部水稲研究室 主任研究員 高齋光延
1. 試験場所	<p>栃木県農業試験場 水田ほ場 栃木県塩谷郡高根沢町 現地ほ場</p>
2. 試験方法	<p><b>試験場試験</b></p> <p>(1) 供試機械名 YR8D（密苗仕様）及び側条施薬機</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア 圃場条件 厚層多腐植質多湿黒ボク土、排水良好</p> <p>イ 栽培等の概要</p> <p>(ア) 品種名 コシヒカリ</p> <p>(イ) 耕起 2019年12月 ロータリー</p> <p>(ウ) 碎土・整地 4月中旬 ロータリー</p> <p>(エ) 代掻き 4月下旬（荒中代）及び5月14日（植代） ドライブハロー</p> <p>(オ) 種子消毒 テクリードCフロアブル、200倍、24時間種子浸漬</p> <p>(カ) 播種 床土消毒にタチガレエース粉剤8g/箱、ダコニール粉剤20g/箱を使用。</p> <p>密苗 4月28日、250g手播き、育苗器で30℃×3日間加温後、ハウスに展開</p> <p>慣行苗 4月23日、130g手播き、平置き出芽法</p> <p>(キ) 施肥 5月14日 全量基肥（ひとふりくん1号(12-20-22)）窒素成分4.8kg/10a</p>

- (ク) 移植 5月18日 18.2株/m<sup>2</sup>、機械移植
- (ケ) 水管理 移植直後は浅水管理で活着を促進、その後は間断かん水。有効分げつ確保後に、1週間程度中干しを行い、その後は収穫10日前まで再び間断かん水管理。
- (コ) 雑草防除 5月23日 トップガンGT1 キロ粒剤51 1kg/10a  
7月10日 クリンチャーバスME 1000ml/10a (100L/10a)
- (ク) 病虫害防除 田植同時に供試剤を施用  
7月下旬～8月上旬にカメムシ対象殺虫剤
- (シ) 坪刈り 9月17日

### 現地試験

(1) 供試機械名 YR8D (密苗仕様) 及び側条施薬機

(2) 試験条件

ア 圃場条件 細粒質下層黒ボク灰色低地土

イ 栽培等の概要

- (ア) 品種名 コシヒカリ
- (イ) 耕起 2019年11月 スタブルカルチ
- (ウ) 碎土・整地 4月中旬 ロータリー
- (エ) 代掻き 5月12日 ドライブハロー
- (オ) 種子消毒 テクリードCフロアブル、200倍、24時間種子浸漬
- (カ) 播種 床土消毒にタチガレエース粉剤8g/箱、ダコニール粉剤20g/箱を使用。  
4月24日、250g手播き、育苗器で30℃×3日間加温後、ハウスに展開
- (キ) 施肥 5月15日 全量基肥側条施用  
(スーパースRコートコシヒカリ101 (21-20-11)) 窒素成分5.4kg/10a
- (ク) 移植 5月15日 18.2株/m<sup>2</sup>、機械移植
- (ケ) 水管理 移植直後は浅水管理で活着を促進、その後は間断かん水。有効分げつ確保後に、1週間程度中干しを行い、その後は収穫10日前まで再び間断かん水管理。
- (コ) 雑草防除 5月25日 アクシズMX1 キロ粒剤 1kg/10a
- (ク) 病虫害防除 なし

### 3. 試験項目

#### 試験場試験

(1) 箱施用剤の側条施薬における防除価の検討

ア 供試薬剤

- (ア) 側条施薬 Dr.オリゼフェルテラ、Dr.オリゼアドマイヤー 1000g/10a
- (イ) 対照 Dr.オリゼアドマイヤー 50g/箱×10箱/10a=500g/10a
- (ウ) 慣行 Dr.オリゼフェルテラ 50g/箱×20箱/10a=1000g/10a  
※ 施用量は目標値。  
※ 箱施用は移植同時で行った。  
※ 比較として無処理区を設置。

イ 調査項目

- (ア) 苗質調査：苗丈、葉齢、葉色 (SPAD)、根張り、乾物重、所要苗箱数
- (イ) 老化苗の苗質調査：苗丈、葉齢、葉色 (SPAD)、根張り、乾物重、老化程度

- (ウ) 植付け精度調査：株あたり植付け本数、欠株率
- (エ) 生育調査：活着後の欠株率
- (オ) 収量、品質調査：坪刈り調査、機器分析
- (カ) 育苗期間の積算温度、移植後の気温
- (キ) イネミズゾウムシ及びイネドロオイムシ発生程度（被害度および個体数）
- (ク) 育苗及び施薬コスト

#### 現地試験

##### ア 供試薬剤

- (ア) 側条施薬 Dr. オリゼフェルテラ 1000g/10a
  - (イ) 対照 Dr. オリゼフェルテラ 50g/箱×10箱/10a=500g/10a
- ※ 施用量は目標値。
  - ※ 箱施用は、移植同時で行った。
  - ※ 比較として無処理区を設置。

##### イ 調査項目

- (ア) イネミズゾウムシ及びイネドロオイムシ発生程度（個体数又は食害程度）
- (イ) 経営評価
- (ウ) 利用機械評価

#### 4. 試験結果

##### 試験場試験

##### (1) 苗質調査

密苗と慣行苗について比較すると、密苗の乾物重が軽かった（慣行苗比70%）ことから、充実度が劣った（慣行苗比72%）。また、苗の老化程度については、密苗は育苗期間が短かったにも関わらず、老化が進んでいた（表1）。

##### (2) 老化苗の苗質調査

移植適期から11日間経過した苗について、密苗の乾物重が軽く（慣行苗比71%）、充実度が劣った（慣行苗比67%）。また、老化程度についても、密苗が若干進んでおり、ほとんどの個体で1葉の枯死が認められた（表2）。

##### (3) 植付け精度調査

1株あたり植付け本数は、4本を目標に移植を行った。密苗を移植した処理区について、平均4.27本/株で目標通りの植付け本数を確保できたが、慣行苗を移植した処理区は平均2.88本/株だった。欠株率については、密苗でやや低くなる傾向だったが、有意な差は認められなかった（表3）。

##### (4) 収量、品質

出穂期及び成熟期は慣行苗と比較し、密苗で1日遅かった。坪刈り収量、食味、品質に差は認められなかった（表4、5、6）。

##### (5) 害虫発生程度

薬剤施用量については、箱施用剤散布機を用い、移植同時に箱施用を行った処理区で1箱あたりの薬量設定が50gより少なく、また、疎植傾向（18株/m<sup>2</sup>程度）であったため登録薬量の3割程度とかなり少ない薬量になった。側条施用を行った処理区では規定薬量9割程度で概ね目標通りの薬量を施用できた（表7）。

ア イネミズゾウムシ

調査について、移植後2週間から1週おきに5週間後まで行った。被害度、発生虫数ともに有意な差は認められなかったが、被害度については、側条施用を行った処理区で若干低くなる傾向だった（表7）。

イ イネドロオウムシ

昨年度に引き続き、試験ほ場での発生が認められなかった。

現地試験

(1) 苗質調査

試験場で移植した密苗と比較し、ほぼ同等の苗質だった（表8）。

(2) 害虫発生程度

薬剤施用量については、試験場試験と同様に、移植同時に箱施用を行った処理区で、登録薬量の3割程度だったのに対し、側条施用ではほぼ登録薬量どおりに施用できた。

ア イネミズゾウムシ

調査について、移植後2週間後から1週おきに6週間後まで行った。被害度について、薬剤を処理した区で低くなる傾向で、特に6月26日調査では密苗×箱施用で有意に低かった（表9）。

イ イネドロオウムシ

調査について、発生が認められた7月14日、7月27日に調査を行ったが、発生が非常に少なく、差は認められなかった（表10）。

5. 主要成果の具体的データ

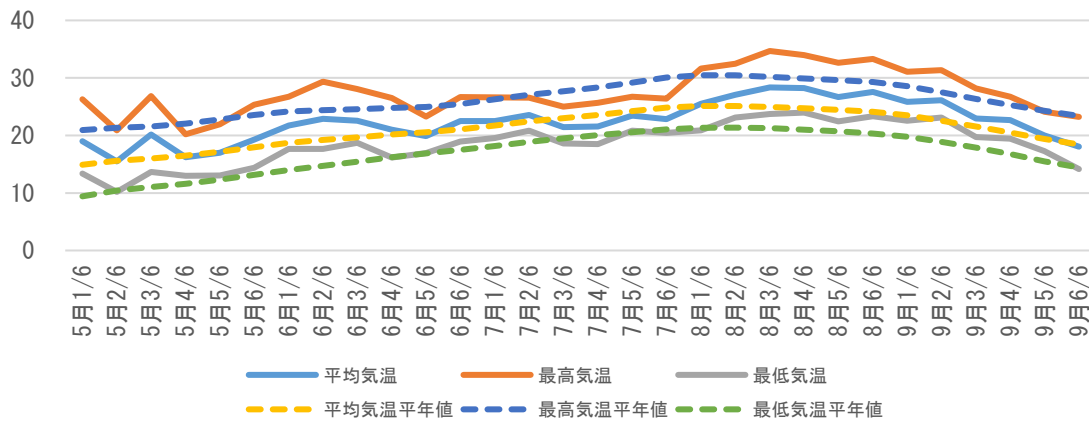


図1 移植後半旬ごとの気温（メッシュ農業気象データ）

表1 苗質調査結果

苗種	播種後 日数	育苗期間積算平均 気温(°C)	第1葉鞘高 cm	草丈 cm	葉齢	葉色	乾物重 g/100本	充実度 mg/cm <sup>2</sup> ・本	マット強度 N	老化程度	所要苗箱数 箱/10a
密苗	20	455	4.64	19.0	2.24	25.3	1.18	0.62	89.4	3.64	6.4
慣行苗	25	488	3.69	19.6	2.92	25.1	1.69	0.86	80.7	2.79	12.3
有意差	-	-	n. s	n. s	*	n. s	**	-	n. s	*	**

注1) 育苗期間積算平均気温はハウス内の気温。

注2) 葉色は完全展開葉をSPADで測定。

注3) マット強度は15cm×10cmの短冊状に切り取った苗を、デジタルフォースゲージで引っ張り、切断時の強度とした。

注4) 老化程度は第1葉の黄化、枯死程度から5段階で評価した（1：健全、2：葉身の1～50%が黄化、3：葉身の51～100%が黄化、4：葉身の1～50%が枯死、5：葉身の51～100%が枯死）。

注5) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

表2 老化苗質調査

苗種	播種後 日数	育苗期間積算平均 気温 (°C)	第1葉鞘高 cm	草丈 cm	葉齢	葉色	乾物重 g/100本	充実度 mg/cm・本	老化程度
密苗	31	676	5.82	24.4	2.80	23.2	1.56	0.64	4.94
慣行苗	36	709	4.42	23.0	3.55	25.0	2.20	0.96	4.68
有意差	-	-	*	n. s	*	n. s	*	-	n. s

注1) 育苗期間積算平均気温はハウス内の気温。

注2) 葉色は完全展開葉をSPADで測定。

注3) 老化程度は第1葉の黄化、枯死程度から5段階で評価した(1:健全、2:葉身の1~50%が黄化、3:葉身の51~100%が黄化、4:葉身の1~50%が枯死、5:葉身の51~100%が枯死)。

注4) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

表3 植付け精度調査

苗種	施薬方法	薬剤名	植付本数	欠株率	
				移植時	活着後
密苗	側条施用	Dr. オリゼアドマイヤー	4.89	1.3	2.5
密苗	側条施用	Dr. オリゼフェルテラ	4.06	2.8	4.7
密苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	4.23	3.8	5.0
密苗	無処理		3.90	5.6	5.9
慣行苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	2.88	5.6	5.6
	有意差		n. s	n. s	n. s
密苗			4.27 a	3.4	4.5
慣行苗			2.88 b	5.6	5.6
	有意差		*	n. s	n. s

注1) 植付本数および移植時欠株率調査は5月20日、活着後欠株率調査は6月9日に80株×2反復行った。

注2) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

注3) 多重比較はTukey法により、異なるアルファベット間に有意差がある。

表4 出穂および成熟期と坪刈り収量

苗種	施薬方法	薬剤名	出穂期	成熟期	倒伏程度	粗玄米重 kg/10a	精玄米重 kg/10a	屑米重 kg/10a
密苗	側条施用	Dr. オリゼアドマイヤー	8月8日	9月13日	0.5	553	514	39.4
密苗	側条施用	Dr. オリゼフェルテラ	8月8日	9月13日	0.5	523	482	41.8
密苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	8月8日	9月13日	0.5	578	526	52.3
密苗	無処理		8月8日	9月13日	0.5	591	540	51.3
慣行苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	8月7日	9月12日	0.5	574	532	42.4
	有意差		-	-	-	n. s	n. s	n. s
密苗						561	515	46.2
慣行苗						574	532	42.4
	有意差					n. s	n. s	n. s

注1) 倒伏程度は無(0)~甚(5)。

注2) 精玄米の篩目は1.85mm。

表5 食味計調査

苗種	施薬方法	薬剤名	S社製SR-E				K社製AN-820		
			スコア	タンパク質含有率	アミロース	脂肪酸度	品質評価値	タンパク質含有率	アミロース
密苗	側条施用	Dr. オリゼアドマイヤー	75.3	6.46	17.1	19.0	72.4	6.58	18.0
密苗	側条施用	Dr. オリゼフェルテラ	75.5	6.42	17.2	19.3	73.1	6.46	18.0
密苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	75.5	6.38	17.2	19.3	73.3	6.43	18.0
密苗	無処理		76.3	6.35	17.3	19.0	73.5	6.41	18.0
慣行苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	75.5	6.42	17.2	19.0	72.9	6.50	18.0
	有意差		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s
密苗			75.6	6.40	17.2	19.1	73.1	6.47	18.0
慣行苗			75.5	6.42	17.2	19.0	72.9	6.50	18.0
	有意差		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

注1) タンパク質含有率は水分15%換算の数値。

表6 品質分析計調査

苗種	施薬方法	薬剤名	整粒	乳白粒	基部未熟粒	腹白未熟粒	青未熟粒	その他未熟粒	碎米	胴割粒	その他被害粒等
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
密苗	側条施用	Dr. オリゼアドマイヤー	70.1	1.75	7.80	1.30	0.00	15.9	0.05	2.83	0.30
密苗	側条施用	Dr. オリゼフェルテラ	70.0	1.95	7.60	1.15	0.00	16.8	0.08	2.05	0.35
密苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	70.9	1.93	7.45	1.05	0.05	16.1	0.08	2.10	0.40
密苗	無処理		72.8	1.58	6.20	1.35	0.00	16.2	0.00	1.65	0.20
慣行苗	箱施用	Dr. オリゼフェルテラ	71.3	2.08	7.25	1.00	0.00	16.2	0.03	1.83	0.33
	有意差		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s
密苗			71.0	1.80	7.26	1.21	0.01	16.2	0.05	2.16	0.31
慣行苗			71.3	2.08	7.25	1.00	0.00	16.2	0.03	1.83	0.33
	有意差		n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

注1) 穀粒判別は、S社製RGQ120Aで判定。

表7 薬剤施用量およびイネミズゾウムシによる被害度と発生虫数

苗種	施業方法	薬剤名	薬剤施用量 g/10a	6月1日調査		6月8日調査		6月15日調査		6月22日調査	
				被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭
密苗	側条施用	Dr.オリゼアドマイヤー	827 a	8.4	0.67	14.6	0.33	11.3	0.17	16.1	0.67
密苗	側条施用	Dr.オリゼフェルテラ	900 a	6.1	0.67	14.7	1.00	8.2	0.33	14.9	0.67
密苗	箱施用	Dr.オリゼフェルテラ	233 b	7.5	0.33	16.9	0.50	15.3	0.33	19.0	0.17
密苗	無処理	-	-	8.5	0.67	15.0	0.50	15.3	0.17	20.3	0.17
慣行苗	箱施用	Dr.オリゼフェルテラ	274 b	5.8	1.17	14.8	0.50	12.7	0.33	17.1	0.17
有意差			**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
	側条施用		863 a	7.3	0.67	14.6	0.67	9.8	0.25	15.5	0.67
	無処理		-	8.5	0.67	15.0	0.50	15.3	0.17	20.3	0.17
	箱施用		254 b	6.6	0.75	15.9	0.50	14.0	0.33	18.0	0.17
有意差			**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

注1) 被害調査: 各処理50株×3カ所について、葉の被害程度を以下の基準で調査し、被害度を算出した。

$$\text{被害度} = (4A + 3B + 2C + D) / 4N \times 100$$

A: 食害葉率91%以上の株数、B: 食害葉率61~90%の株数、C: 食害葉率31~60%の株数、

D: 食害葉率1~30%の株数、E: 食害葉率0%の株数、N: 調査株数

注2) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

注3) 多重比較はTukey法により、異なるアルファベット間に有意差がある。

表8 苗質調査結果及び植付本数(現地試験)

苗種	播種日	播種後 日数	育苗期間積算 平均気温 (°C)	第1葉鞘高 cm	草丈 cm	葉齢	葉色	乾物重 g/100本	充実度 mg/cm・本	植付本数 本/株
試験場密苗	4月28日	20	455	4.64	19.0	2.24	25.3	1.18	0.62	-

表9 薬剤施用量およびイネミズゾウムシによる被害度と発生虫数(現地試験)

苗種	施業方法	薬剤名	薬剤施用量 g/10a	5月29日調査		6月5日調査		6月11日調査		6月19日調査		6月26日調査	
				被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭
密苗	側条施用	Dr.オリゼフェルテラ	975	3.50	0.00	8.50	2.00	10.17	0.33	11.17	0.67	7.67 ab	0.33
密苗	箱施用	Dr.オリゼフェルテラ	345	2.50	0.33	5.50	0.67	9.00	0.33	9.33	0.00	4.67 b	0.67
密苗	無処理	Dr.オリゼフェルテラ	-	6.00	0.00	11.50	0.00	16.33	0.67	16.17	0.33	13.00 a	0.67
有意差			-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s

注1) 被害調査: 各処理50株×3カ所について、葉の被害程度を以下の基準で調査し、被害度を算出した。

$$\text{被害度} = (4A + 3B + 2C + D) / 4N \times 100$$

A: 食害葉率91%以上の株数、B: 食害葉率61~90%の株数、C: 食害葉率31~60%の株数、

D: 食害葉率1~30%の株数、E: 食害葉率0%の株数、N: 調査株数

注2) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

注3) 多重比較はTukey法により、異なるアルファベット間に有意差がある。

表10 イネドロオウムシによる被害度と発生虫数(現地試験)

苗種	施業方法	薬剤名	7月14日調査		7月27日調査	
			被害度	虫数 頭	被害度	虫数 頭
密苗	側条施用	Dr.オリゼフェルテラ	0.00	0.00	0.00	0.00
密苗	箱施用	Dr.オリゼフェルテラ	0.00	0.00	2.17	0.00
密苗	無処理	Dr.オリゼフェルテラ	1.33	0.00	0.00	0.00
有意差			n.s	-	n.s	-

注1) 被害調査: 各処理50株×3カ所について、葉の被害程度を以下の基準で調査し、被害度を算出した。

$$\text{被害度} = (4A + 3B + 2C + D) / 4N \times 100$$

A: 食害葉率91%以上の株数、B: 食害葉率61~90%の株数、C: 食害葉率31~60%の株数、

D: 食害葉率1~30%の株数、E: 食害葉率0%の株数、N: 調査株数

注2) 有意差は、分散分析により\*は5%、\*\*は1%水準で有意である。

注3) 多重比較はTukey法により、異なるアルファベット間に有意差がある。

## 6. 経営評価

育苗箱数の削減により、通常の育苗と比較し、費用、労働時間共に約4割の削減が可能であると考えられる。試験場試験、現地試験(聞き取り)共に収量は慣行栽培同等で減収はない。

表11 育苗費用および労働時間

	10aあたり 使用苗数 (枚)	種子代 (円)	床土代 (円)	薬剤費 (円)	ハウス資材 費(円)	労働費 (円)	固定費 (円)	合計 (円)	同左比率 (%)	作業時間 (h)	同左比率 (%)
密苗	6.4	726	983	180	640	1,080	6,080	9,689	56	1.1	65
慣行苗	12.3	726	1,889	239	1,230	1,661	11,685	17,430	100	1.7	100

注1) 栃木県経営診断指標(2017)の単価、労働時間等を基準に算出。20ha規模(平地)の経営体を想定した。使用苗箱数は本試験の値。固定費はパイプハウス、育苗箱導入時のもの。労働費は家族労賃時間あたり1,000円で計算。

## 7. 利用機械評価

密苗移植に関しては、精度高く問題は認められなかった。しかし、慣行苗移植時に、植付け本数の減少及び欠株率上昇の可能性があり、密苗専用機は播種量130g/箱程度の苗には適さない可能性があると考えられる。

現地では、250g/箱播種では老化の進展が早く、また、移植が播種後20日を超えることも想定されることから、播種量を200g/箱程度とし、老化の抑制、移植適期幅の延長を目標とした育苗を行う。

## 8. 成果の普及

2020年6月15日に、現地試験ほ場において、生産者及びJA向け検討会を行った。

普及指導員に向けての情報提供、稲作技術検討会での本試験結果の報告等。

## 9. 考察

(1) 2019年度試験と同様に、密苗の苗質に関しては、乾物重が軽く、充実度の低い軟弱な苗になった。移植精度に関しては問題がなかったが、移植後の低温、強風等による被害が懸念される。老化についても慣行苗と比較し早かった。また、現地試験において、除草剤による薬害（若干の分けつ抑制（観察結果））が発生したことから、使用する除草剤の選定が重要であると考えられる。

(2) 病虫害防除において、密苗移植は箱施用剤の量が規定量の半分程度となることから、防除価の低下が懸念されているが、側条施用技術は、規定量に近い薬量を施用することが可能であり有効な防除技術であると考えられる。ただし、現地試験において薬量が3割程度だった密苗×箱施用でも被害度が低かったことから、2019年試験と同様に、イネミズゾウムシに関しては、薬量が規定に満たなくても防除できる可能性が示唆された。

(3) 密苗播種・移植システムは使用箱数の削減により、通常の育苗と比較し、培土、資材等の費用、労働時間共に約4割の削減が可能で、育苗の低コスト化、省力化に非常に有効な技術であり、同時に育苗スペースを削減できるため、ハウスを増設しなくても大規模化に対応できる技術である。

## 10. 問題点と次年度の計画

密苗は、充実度が低く、老化速度も速いため、除草剤による薬害発生の懸念があり、使用する除草剤について十分に検討する必要がある。

11. 参考写真



写真1 慣行苗（左）と密苗（右）の根張り



写真2 苗の老程度



写真3 2020年5月15日現地試験移植



写真4 2020年6月15日現地検討会