

委託試験成績（令和3年度）

担当機関名 部・室名	愛媛県農林水産研究所 農業研究部 作物育種栽培室
実施期間	令和2年度～3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	高密度育苗栽培における薬剤側条施用技術及び育苗管理技術の実証
目的	<p>高密度育苗では植付苗箱数が少ないため、箱施用剤の50g/箱施用では1株当たり施用量が少なくなり、本田での病虫害防除効果の低下が懸念される。愛媛県では令和元年、2年にトビイロウンカの発生子察警報が出されるなど、近年の温暖化に伴い病虫害の発生増加が問題となっており、高密度育苗の田植え時の省力かつ適正防除技術の確立は喫緊の課題である。</p> <p>そこで、専用田植機で使用できる薬剤側条施薬機による防除効果について、水稻の生育収量、病虫害発生及び経済性の面から検証するとともに、本県に適した高密度育苗の育苗管理日数について検討する。</p>
担当者名	主任研究員 黒瀬 咲弥
1. 試験場所	愛媛県農林水産研究所内圃場（愛媛県松山市）
2. 試験方法	<p>(1) 供試機械名 播種機(スズテックTHK2009B)、密苗仕様田植機(ヤンマーYR6D)、側条施薬機(ヤンマーCP6)、乗用田植機(イセキNP60・慣行)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 中粗粒質普通低地水田土 排水良好 試験規模：病虫害・生育・収量調査 18a 育苗日数別生育・収量調査 18a</p> <p>イ. 栽培の概要</p> <p>品種名 ひめの凜 耕起 5月下旬 ロータリ耕起 種子予措 種子消毒後4日間室温でハト胸状態になるまで浸種 播種 高密度育苗(15日苗) 5月26日播種 乾粳323g/箱 (20日苗) 5月21日播種 (25日苗) 5月17日播種 慣行苗 (20日苗) 5月21日播種 乾粳150g/箱 育苗 播種後露地で平置きして播種後7日間はシルバーポリ被覆し、その後プール育苗管理 代掻き 6月8日ドライブハロー 移植 6月10日 50株/坪 施肥 全量基肥 窒素7.7-リン酸5.5-カリ5.5kg/10a えひめ中央中生一発 側条施肥 水管理 移植直後は浅水管理し、活着後は間断灌水 7月9日から10日間中干しを行い、その後は出穂まで間断灌水 除草剤 6月18日 マサカリジャンボ 500g/10a 病虫害防除 種子消毒 スポルタックスターナSE 200倍 浸漬24時間 土壌灌注 ダコレート水和剤 400倍 0.5L/箱 播種直前 箱施用剤 ビルダーフェルテラゼクサロン粒剤 (施用方法等はウ. 試験区の構成と試験項目 による) 出穂期防除 ダブルカットスタークルフロアブル 8倍、バリダシンエアー 8倍、ロムダンエアー 16倍</p> <p>ウ. 試験区の構成と試験項目</p> <p>【試験1】高密度育苗における箱施用剤施薬技術の検討（1区1.5a 3区制）</p>

試験区	試験区	育苗様式	箱施用剤	施用方法
	密苗側条	高密度育苗	1kg/10a	側条施薬機
	密苗箱処理	高密度育苗	50g/箱	手散布
	慣行	慣行	50g/箱	手散布
	無処理	慣行	なし	-

調査項目

- 1) 移植時調査 使用苗箱数、箱施用剤使用量、植付本数、欠株率（移植 10 日後）
- 2) 病虫害発生状況調査 移植 10 日後から 9 月下旬まで 10 日ごと
 払落し調査（1 区 20 株×3 地点）…ウンカ・ヨコバイ類の幼虫、成虫別個体数
 見取り調査（1 区 50 株）…株当たりいもち病斑数
 イネドロオウムシ・イネミズゾウムシの成虫数
 食葉性害虫の被害葉数
- 3) 生育調査 移植後 37, 50 日の草丈・茎数・葉色 (SPAD)、出穂期、成熟期、稈長、穂長
- 4) 収量調査 穂数、1 穂粒数、登熟歩合、千粒重、精玄米重、屑米率、整粒割合、等級、倒伏程度
- 5) 経済性評価 育苗・移植にかかる作業時間、育苗にかかる資材費

【試験 2】 高密度育苗における育苗管理条件の検討（1 区 1.5a 3 区制）

試験区	試験区	育苗様式	育苗日数(日)
	密苗 15 日	高密度育苗	15
	密苗 20 日	高密度育苗	20
	密苗 25 日	高密度育苗	25
	慣行	慣行	20

調査項目

- 1) 苗質調査 苗丈、葉齢、SPAD 値、第一鞘葉長、下位葉黄化程度、地上部乾重、マット強度
- 2) 移植時調査 植付本数、転び苗率、欠株率（移植 10 日後）
- 3) 生育調査 移植後 37, 50 日の草丈・茎数・葉色 (SPAD)、出穂期、成熟期、稈長、穂長
- 4) 収量調査 穂数、1 穂粒数、登熟歩合、千粒重、精玄米重、屑米率、整粒割合、等級、倒伏程度

3. 試験結果

【試験 1】 高密度育苗における箱施用剤施薬技術の検討

- (1) 使用苗箱数は、密苗側条区、密苗箱処理区ともに慣行区や無処理区の約 1/3 であった。箱施用剤施用量は、密苗側条区が 1kg/10a 以上で、慣行区が 761g であったことから、慣行区の 1.45 倍となった。密苗箱処理区は慣行区の 36%の施用量であった。植付本数は 3.4～4.2 本/株で試験区間に有意差はみられなかった。欠株率は密苗側条区と密苗箱処理区では 5%であり、慣行苗を用いた慣行区や無処理区より有意に高かった（表 1）。
- (2) セジロウンカの発生数は、生育期間を通じ無処理区が最も多く、密苗側条区と慣行区は同程度に推移した。移植後 81 日では無処理区に次いで密苗箱処理区の発生数が多かった（表 2）。
- (3) ヒメトビウンカの発生数は、移植後 109 日を除き無処理区が最も多かった。他 3 区の増減の推移はおおむね同様の傾向であったが、密苗箱処理区では慣行区より多く、密苗側条区では慣行区より少なかった（表 3）。
- (4) 葉いもちは、全区で移植後 40 日に初発生となり、生育期間を通じて無処理区で最も発生が多かった。密苗側条区の病斑数は慣行区と同程度に推移し、移植後 61 日では密苗箱処理区に対し約 1/5 の発生であった（表 4）。

- (5) イネドロオイムシ、イネミズゾウムシの発生は全区においてみられなかった。トビイロウンカ、ツマグロヨコバイ、コブノメイガ、イネツトムシ、ニカメイガは全区ほぼ発生がみられなかった（データ省略）。
- (6) 草丈は、移植後 37 日では密苗箱処理区で低かったものの、移植後 50 日では試験区間に有意差はみられなかった。茎数及び葉色は、移植後 37 日、50 日ともに試験区間に有意差はみられなかった（表 5）。
- (7) 出穂期、成熟期に全区で差はなかった。穂数、1 穂粒数、登熟歩合、精玄米重に有意差はみられなかった。千粒重は慣行区で大きく、密苗箱剤区で小さかった。屑米率は密苗箱剤区で高く、慣行区で低かった（表 6）。

【試験 2】高密度育苗における育苗管理条件の検討

- (1) 苗丈は密苗 15 日区で有意に低く、慣行区で高く、密苗では育苗日数が長いほど苗丈と第一葉鞘長は高くなる傾向にあった。葉齢は 15 日区で低かった。SPAD 値は密苗 25 日区で他区と比べ有意に低く、下位葉黄化程度も同様であった。地上部乾重は密苗 25 日区で高く、密苗 15 日区と密苗 20 日区で低かった。マット強度は密苗 15 日区で低い傾向にあったが、機械移植に支障はなかった（表 7）。
- (2) 植付本数には試験区間に有意差はみられなかった。欠株率は密苗 20 日区と密苗 25 日区で高く慣行区で低かったが、転び苗率に有意差はなかった（表 8）。
- (3) 草丈は、移植後 37 日では差はなかったが、移植後 50 日では密苗 20 日区で高く、密苗 25 日区で低かった。茎数及び葉色は、移植後 37 日、50 日ともに試験区間に有意差はみられなかった（表 9）。
- (4) 出穂期、成熟期に差はなかった。穂数は密苗 20 日区で多く密苗 25 日区と慣行区で少なかった。千粒重は慣行区で重かったが、精玄米重に差はなかった（表 10）。

4. 主要成果の具体的データ

表 1 使用箱数と植付精度

試験区	使用 苗箱数 (枚/10a)	箱施用剤 施用量 (g/10a)	植付本数 (本/株)	欠株率 (%)
密苗側条	5.5	1104 (145)	4.2 a	5.0 a
密苗箱処理	5.5	273 (36)	3.4 a	5.0 a
慣行	15.2	761 (100)	3.8 a	1.3 b
無処理	15.2	0 (0)	3.5 a	2.0 b

※植付本数は各区30株、欠株率は移植10日後に各区100株調査した。()内は慣行対比。表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表2 セジロウンカの発生の推移

試験区	移植後 (月/日)	29日 7/9	40日 7/20	50日 7/30	61日 8/10	70日 8/19	81日 8/30	90日 9/8	99日 9/17	109日 9/27
密苗側条	成虫	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	幼虫	2	0	4	0	4	18	3	0	0
	計	2	0	4	0	4	19	3	1	0
	対無処理比	25	0	7	0	5	18	11	33	0
密苗箱処理	成虫	1	0	0	1	0	5	5	0	0
	幼虫	0	0	5	1	11	78	14	1	0
	計	1	0	5	2	11	83	19	1	0
	対無処理比	13	0	9	4	14	79	68	33	0
慣行	成虫	0	1	1	1	2	4	6	1	0
	幼虫	0	0	8	2	7	9	12	0	0
	計	0	1	9	3	9	13	18	1	0
	対無処理比	0	6	17	6	11	12	64	33	0
無処理	成虫	2	7	6	7	5	32	8	1	2
	幼虫	6	11	48	45	75	73	20	2	0
	計	8	18	54	52	80	105	28	3	2
	対無処理比	100	100	100	100	100	100	100	100	100

※数値は60株当たりの虫数を示す。

表3 ヒメトビウンカの発生の推移

試験区	移植後 (月/日)	29日 7/9	40日 7/20	50日 7/30	61日 8/10	70日 8/19	81日 8/30	90日 9/8	99日 9/17	109日 9/27
密苗側条	成虫	0	3	2	3	1	5	7	1	4
	幼虫	1	4	1	0	9	9	7	6	36
	計	1	7	3	3	10	14	14	7	40
	対無処理比	50	17	8	5	5	17	18	7	54
密苗箱処理	成虫	1	2	0	5	4	4	14	16	4
	幼虫	0	0	1	4	24	24	43	28	68
	計	1	2	1	9	28	28	57	44	72
	対無処理比	50	5	3	15	14	34	71	46	97
慣行	成虫	3	2	2	3	1	0	11	12	5
	幼虫	0	1	0	4	20	10	22	16	105
	計	3	3	2	7	21	10	33	28	110
	対無処理比	150	7	5	12	11	12	41	29	149
無処理	成虫	2	3	16	19	7	14	20	29	8
	幼虫	0	38	23	41	193	69	60	67	66
	計	2	41	39	60	200	83	80	96	74
	対無処理比	100	100	100	100	100	100	100	100	100

※数値は60株当たりの虫数を示す。

表4 葉いもち病斑の発生の推移

試験区	移植後 (月/日)	29日 7/9	40日 7/20	50日 7/30	61日 8/10	70日 8/19	81日 8/30	90日 9/8	99日 9/17	109日 9/27
密苗側条		0	0	18	19	13	5	3	8	1
	対無処理比	-	0	8	15	10	24	7	20	6
密苗箱処理		0	10	64	106	90	13	16	34	5
	対無処理比	-	63	28	83	71	62	38	85	28
慣行		0	2	20	20	12	0	10	17	1
	対無処理比	-	13	9	16	9	0	24	43	6
無処理		0	16	232	128	127	21	42	40	18
	対無処理比	-	100	100	100	100	100	100	100	100

※数値は50株当たりの病斑数を示す。

表5 高密度育苗+側条施肥体系における分けつ期の生育

試験区	草丈(cm)		茎数(本/m ²)		葉色(SPAD)	
	移植後 37日	50日	37日	50日	37日	50日
密苗側条	60 a	78	451	386	39.8	34.2
密苗箱処理	58 b	76	439	385	40.2	33.6
慣行	59 ab	76	458	406	38.7	33.5
無処理	59 ab	76	440	397	38.4	32.9

※表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表6 高密度育苗+側条施薬体系における生育・収量・品質

試験区	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数 (粒)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄 米重 (kg/a)	屑米率 (%)	整粒 歩合 (%)	等級	倒伏 程度
密苗側条	8/31	10/6	90 a	20.7 ab	367	82	92	24.1 ab	64.1	2.1 ab	86	1.0	0
密苗箱処理	8/30	10/6	89 a	20.3 ab	356	80	90	23.9 b	63.6	2.3 a	85	1.0	0
慣行	8/29	10/6	87 ab	21.1 a	365	81	93	24.3 a	63.1	1.4 b	89	1.0	0
無処理	8/29	10/5	83 b	20.1 b	355	85	90	24.0 ab	60.6	2.0 ab	90	1.0	0

※千粒重、精玄米重は1.8mm以上で水分14.5%補正。整粒歩合はサケRGQI10、倒伏は0(無)～5(甚)。
出穂期、成熟期、等級、倒伏程度以外の項目において、表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表8 高密度育苗の育苗日数と植付精度

試験区	植付本数 (本/株)	欠株率 (%)	転び苗率 (%)
密苗15日	3.8	5.3 ab	2.7
密苗20日	3.2	7.3 a	3.5
密苗25日	3.9	7.0 a	1.0
慣行	4.6	2.0 b	2.0

※植付本数は各区30株、その他は各区300株調査した。欠株率は移植10日後に調査した。転び苗率は植付姿勢30度以上の株の割合を調査した。表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表9 高密度育苗時の育苗日数と分けつ期の生育

試験区	草丈(cm)		茎数(本/m ²)		葉色(SPAD)	
	移植後 37日	50日	37日	50日	37日	50日
密苗15日	57	77 ab	430	369	40.5	35.9
密苗20日	59	79 a	405	375	42.5	37.0
密苗25日	57	75 b	408	366	42.1	37.2
慣行	58	77 ab	437	349	39.6	34.5

※表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表7 高密度育苗の育苗日数と移植時の苗質

試験区	苗丈 (cm)	葉齢 (枚)	SPAD	第一葉鞘長 (cm)	下位葉黄化程度	苗立密度 (本/cm ²)	地上部乾重 (mg/cm ²)	マット強度 (N)
密苗15日	10.2 c	2.2 b	22.0 a	3.2 c	0.0 b	4.8 a	53.5 b	20.1
密苗20日	14.5 b	2.4 a	21.1 a	5.1 b	1.1 b	4.7 a	63.5 b	47.1
密苗25日	15.7 ab	2.6 a	16.9 b	5.7 b	3.1 a	4.0 a	83.2 a	47.9
慣行	17.4 a	2.5 a	20.2 a	7.1 a	0.7 b	2.8 b	68.3 ab	50<

※苗質調査は各試験区30個体の苗を調査した。
下位葉黄化程度は、第一葉の黄化程度から6段階で評価した。(0:健全、1:葉身1～25%黄化、2:26～50%黄化、3:51～75%黄化、4:葉身100%黄化または枯死始め、5:枯死)
マット強度は、20cm×10cmにカットした苗の短辺側の片方を固定し、デジタルフォースゲージ(A&D AD-4932A-50N)によりマット切断時の引張強度を測定した。
表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

表10 高密度育苗の育苗日数別の収量及び品質

試験区	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数 (粒)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄 米重 (kg/a)	屑米率 (%)	整粒 歩合 (%)	等級	倒伏 程度
密苗15日	8/29	10/7	91	20.5	380 ab	82	88	24.2 a	66.8	2.7	89	1.0	0
密苗20日	8/30	10/8	92	20.5	400 a	82	84	24.2 a	66.8	3.5	89	1.0	0
密苗25日	8/30	10/7	86	20.8	369 b	78	87	24.2 a	66.0	2.8	88	1.0	0
慣行	8/29	10/7	88	20.6	356 b	79	88	24.5 b	62.9	3.2	88	1.0	0

※千粒重、精玄米重は1.8mm以上で水分14.5%補正。整粒歩合はサケRGQI10、倒伏は0(無)～5(甚)。
出穂期、成熟期、等級、倒伏程度以外の項目において、表中の異なるアルファベットはTukeyの多重比較検定において5%水準で有意差あり。

5. 経営評価

10a 当たりの育苗に係る資材費は高密度育苗で1,808円と、慣行苗比45%に低減できると試算された(表11)。

また、育苗から移植にかかる作業時間は、密苗側条区で慣行比65%、密苗箱処理区で慣行比64%と試算された(表12)。

表11 育苗に係る資材費 (10a当たり)

育苗様式	使用苗箱数 (枚)	種粃 (円)	農薬 (円)	育苗用土 (円)	育苗箱 計	
					(円)	(円)
高密度育苗	5.5	707	100	631	370	1,808 (45)
慣行苗	15.2	905	210	1,866	1,021	4,002 (100)

※農薬：テクリードCフロアブル、ダコレート水和剤、育苗用土：宇部培土2号、育苗箱：5年使用として計上。()内は慣行苗対比。

表12 播種から移植までにかかる作業時間 (1ha当たり)

試験区	使用 苗箱数 (枚)	育苗(分)		移植(分)					合計 (分)	
		播種	管理	苗積込	植付	苗補給	施薬	肥料補給		
密苗側条	5.5	39	19	13	167	7	4	13	203	261 (65)
密苗箱処理	5.5	39	19	13	167	7	3	13	202	260 (64)
慣行	15.2	107	54	34	167	21	9	13	243	404 (100)

※愛媛県農業経営指標(水稻普通期・大規模)を参考に作付面積25haとして試算。()内は慣行対比。
育苗は経営指標作業体系より関係する作業分を算出。移植は実証圃の作業時間より算出。

6. 利用機械評価

供試した密苗仕様田植機(YR6D)は、乾粃323g/箱の高密度育苗でも転び苗率が低く1株3~4本植えになるよう高精度に移植が可能であった。側条施薬機(CP6)は当初の計画通り箱施用剤約1kg/10aを施用できた。

7. 成果の普及

当研究所の研究成果発表会や一般公開成果パネル展において、本試験結果の報告を予定している。発表会では普及指導員や営農指導員等に、パネルはHPでも公開し一般の方々にも広く公開する予定である。

8. 考察

(1) 高密度育苗+側条施薬の防除効果

本試験では、密苗側条区の施薬量は1104g/10aと、登録薬量1kg/10aより約10%多く慣行区の145%であった。密苗箱処理区は慣行区の36%の施用量であり、移植後61日時点の葉いもち病斑数は密苗箱処理区で無処理区比約83%であったが、密苗側条区は無処理区比15%で慣行区と同等であり、密苗箱処理区よりも防除効果は高かったと考えられる。

(2) 高密度育苗+側条施薬の生育及び収量

収量は密苗側条区、密苗箱処理区ともに慣行区と同等であった。密苗側条区や密苗箱処理区の欠株率は慣行区及び無処理区より高かったものの、穂数及び収量には影響はなかったと考えられる。

(3) 高密度育苗の適切な管理日数

密苗15日、20日、25日のいずれの区も稚苗移植に必要な葉齢を満たしており、草丈及びマット強度も移植に支障はなかった。しかし密苗25日区では、下位葉黄化程度が高く葉色が薄く、やや老化ぎみの苗となった。欠株率は密苗3区で高く、転び苗率に差はなかった。精玄米重に差はなく、いずれの育苗日数でも問題はないと考えられた。

したがって、高密度育苗の育苗日数は15~25日程度で、25日苗では老化苗となり苗いもちのリスクもあるため、慣行育苗日数と同様の育苗日数でよいと考えられる。

(4) 高密度育苗+側条施薬の評価

高密度育苗栽培は育苗資材費を約1/2、播種から移植の作業時間を65%に削減できた。本試験では、側条施薬にかかる時間は慣行の箱施用剤手散布の約1/2となり、省力化につながると考えられる。昨年度の試験で、トビイロウンカへの防除効果においても高密度育苗+箱施用剤手散布に比べ発生低減が確認できており、今年度は葉いもち病斑の低減効果が確認できたため、側条施薬機は高密度育苗の田植え時の省力かつ適正防除技術として有効であると考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

普及上の課題として、本試験では育苗 25 日までなら移植可能であったが、密苗は慣行苗よりも老化速度が速く、移植適期が短いことが指摘される場合がある。密苗の播種量を 250g 程度に減らした際の生育・収量について検討する必要がある。

10. 参考写真



写真1 田植時の高密度播種苗 (試験1)



写真2 田植時の慣行苗 (試験1)



写真3 密苗 15 日区 (試験2)



写真4 密苗 20 日区 (試験2)



写真5 密苗 25 日区 (試験2)



写真6 慣行区 (試験2)

