

委託試験成績（令和元年度）

担当機関名 部・室名	岩手県農業研究センター 生産基盤研究部 生産システム研究室																																				
実施期間	平成30年度～令和元年度、継続・一部新規																																				
大課題名	V 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立																																				
課題名	岩手県における水稻高密度播種苗移植栽培及びICTを活用した水田作業の省力化技術の適応性																																				
目的	<p>岩手県内でも水田農業従事者の減少・高齢化が続く中で、担い手のさらなる規模拡大・経営安定を支える技術開発が急務となっている。県内では、移植栽培におけるコスト低減の手法の一つとして高密度播種苗（以下高密度苗）移植栽培の導入が始まっているが、移植に適し、収量を確保できる育苗条件については明らかではない。そこで、岩手県に適した高密度苗の育苗方法と高密度苗対応移植機による適応性を検討する（継続2年目）。</p> <p>また、省力化や軽労化等を狙いに、様々なICT技術について導入の検討や試験的な導入が進められていることから、岩手県に適したICTを活用した省力化技術等について適応性を検討する（新規）。</p>																																				
担当者名	生産基盤研究部 生産システム研究室 主査専門研究員 山口 貴之 生産基盤研究部 生産システム研究室 専門研究員 小原 あつ子																																				
1. 試験場所	<p>【試験1】 岩手県農業研究センター内圃場（岩手県北上市）</p> <p>【試験2】 （農）みずほ圃場（岩手県花巻市）</p>																																				
2. 試験方法	<p>【試験1】 高密度苗移植栽培</p> <p>前年（平成30年）度は播種量と育苗日数の違いによる苗質と移植精度（欠株）への影響を検討した。その結果、播種量については300g/箱で苗質（充実度）が劣り、200g～275g/箱では苗質に大きな差は見られなかったが、箱数低減効果を考慮すると250～275g/箱が適正と考えられた。また、育苗日数については14日では苗質が不安定であり、28、35日では老化苗となり活着、初期生育が劣る傾向にあることから、21日前後が適正と考えられた。</p> <p>そこで、本年度は偏穂数型品種「ひとめぼれ」及び偏穂重型品種「銀河のしずく」について、栽植密度の違いによる生育・収量・品質を把握し、適正な栽植密度を検討することとした。</p> <p>(1) 供試機械名 乗用田植機 YR8D</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア ほ場条件 水田（非アロフェン質黒ボク土）</p> <p>イ 耕種概要</p> <p>育苗 稚苗用培土使用、加温出芽後ハウス展開、プール育苗管理</p> <p>施肥 元肥 6.8N kg/10a（緩効性肥料、全面全層施肥）、追肥なし</p> <p>移植 5月17日</p> <p>除草 5月24日 オサキニ1キロ粒剤、6月6日 ワイドアタックD1キロ粒剤</p> <p>病虫害防除 テクリードCフロアブル（浸種前）、ダコニール1000・タガレースM液剤（浸種時）、Dr.オレフェルテラ粒剤（移植時側条施用）</p> <p>ウ 試験区の構成</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>品種</th> <th>区名</th> <th>苗の種類</th> <th>播種量 (g)</th> <th>育苗日数 (日)</th> <th>栽植密度 (株/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ひとめぼれ</td> <td>稚苗-60</td> <td>稚苗</td> <td>150</td> <td>28</td> <td>18.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-60</td> <td rowspan="3">高密度苗</td> <td rowspan="3">250</td> <td rowspan="3">21</td> <td>18.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-50</td> <td>15.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-37</td> <td>11.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">銀河のしずく</td> <td>稚苗-60</td> <td>稚苗</td> <td>150</td> <td>28</td> <td>18.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-60</td> <td rowspan="3">高密度苗</td> <td rowspan="3">250</td> <td rowspan="3">21</td> <td>18.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-50</td> <td>15.2</td> </tr> <tr> <td>密苗-37</td> <td>11.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>※播種量は乾粒重、育苗日数は播種後日数</p>	品種	区名	苗の種類	播種量 (g)	育苗日数 (日)	栽植密度 (株/m ²)	ひとめぼれ	稚苗-60	稚苗	150	28	18.2	密苗-60	高密度苗	250	21	18.2	密苗-50	15.2	密苗-37	11.2	銀河のしずく	稚苗-60	稚苗	150	28	18.2	密苗-60	高密度苗	250	21	18.2	密苗-50	15.2	密苗-37	11.2
品種	区名	苗の種類	播種量 (g)	育苗日数 (日)	栽植密度 (株/m ²)																																
ひとめぼれ	稚苗-60	稚苗	150	28	18.2																																
	密苗-60	高密度苗	250	21	18.2																																
	密苗-50				15.2																																
	密苗-37				11.2																																
銀河のしずく	稚苗-60	稚苗	150	28	18.2																																
	密苗-60	高密度苗	250	21	18.2																																
	密苗-50				15.2																																
	密苗-37				11.2																																

った。また、密苗-37区では密苗-60・密苗-50区より最高分けつ期までやや茎数が少なく推移した(表3、4)。

(5) 生育ステージについて、「ひとめぼれ」の高密度苗区は稚苗区より出穂期では3日遅れ、成熟期では密苗-60区で3日、密苗-37区で7日遅れた。「銀河のしずく」の高密度苗区は稚苗区より出穂期で2~3日遅れ、成熟期は密苗-60区で8日、密苗-37区で12日遅れた。このことから、高密度苗区は稚苗区より登熟が遅れ、疎植にすることでさらに遅れることが確認された。

(6) 稈長及び穂長は、両品種とも栽植密度が小さいほど長かった。

「ひとめぼれ」の高密度苗区は、稚苗区と比べ穂数は同程度で、一穂粒数は多くなり密苗-37区で最も多くなった。そのため、 m^2 粒数は高密度苗区で多くなったが、収量は稚苗区と同程度になった。検査等級は全区とも1等で、品質は同じ栽植密度の高密度苗区と稚苗区では同程度であったが、密苗-37区で青未熟粒が見られた(表4)。

「銀河のしずく」の高密度苗区の穂数、一穂粒数、 m^2 粒数は稚苗区と同程度であったが、千粒重は稚苗区より有意に重く、収量は稚苗区と同程度であった。検査等級は全区とも1等で、品質は高密度苗区で青未熟粒が見られた(表4)。

【試験2】ICTを活用した水田作業の省力化技術

(1) 播種量240g/箱・育苗日数19日の高密度苗の苗質は、岩手農研稚苗に比べ、葉齢は2葉程度で1葉程度小さく、充実度(乾物重/草丈)も劣ったものの、機械移植を問題なく実施でき、欠株率も同等であった(表5、表6)。

(2) 生育ステージは、出穂期では岩手農研稚苗よりも2日早かったが、成熟期は同じだった。また、収量は同程度で、品質は高温登熟による白未熟粒が多くなり、やや劣った(表7)。

(3) 耕起作業は、オートモードでは移動および外周計測・設定に1分23.2秒かかり(10a当たり)、手動運転の17.1秒より時間を要したものの、合計時間は手動運転とほぼ同等であった。また、オートモードのうち、手動運転の割合は39.20%、工程数は、手動運転より0.98多かった(表8)。

(4) 代かき作業は、オートモードでは移動および外周計測・設定に1分12.7秒かかり(10a当たり)、手動運転の28.8秒より時間を要し、合計時間も3分13.2秒多かった。また、オートモードのうち、手動運転の割合は53.70%あり、工程数は、手動運転より1.01多かった(表9)。

(5) 移植作業は、オートモードでは、移動が、19.9秒かかり(10a当たり)、手動運転と同程度であり、合計時間も同等であった。オートモードのうち、手動運転の割合が26.70%あり、工程数は、同等であった(表10)。

(6) 疲労度を評価するために実施したフリッカーテストは、耕起、代かき、移植のいずれにおいても、オートモードと手動運転のフリッカー値は標準値よりも高く(疲労が少ない)、作業前後の変化はほとんど見られなかった(疲労度に変化がない)(表11)。

4. 主要成果の具体的データ

【試験1】高密度苗移植栽培

表1 高密度苗及び稚苗の苗質

品種	苗の種類	播種量 (g/箱)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	充実度 (mg/cm)	葉色 (SPAD)	苗マット強度 (kgf)
ひとめぼれ	稚苗	150	28	19.5	3.0	0.90	26.3	4.8
	高密度苗	250	21	16.4	2.2	0.72	24.8	8.4
銀河のしずく	稚苗	150	28	21.8	2.9	0.90	24.5	4.9
	高密度苗	250	21	18.4	2.1	0.70	25.8	7.3

注) 葉色は第2葉を測定、苗マット強度は28cm×10cmの苗マット断片をプッシュプルゲージで牽引した時のピーク値

表2 使用箱数及び欠株率

品種	区名	栽植密度 (株/m ²)	植付本数 (本/株)	使用箱数 (箱/10a)	欠株率 (%)
ひとめぼれ	稚苗-60	19.4	3.9	13.9	4.2
	密苗-60	19.3	2.3	6.2	7.2
	密苗-50	16.5	2.8	5.4	5.6
	密苗-37	11.8	2.9	4.0	6.9
銀河のしずく	稚苗-60	19.3	3.8	15.2	3.1
	密苗-60	19.4	2.8	8.5	4.4
	密苗-50	16.7	3.6	8.0	2.5
	密苗-37	11.8	4.1	5.2	3.9

注) 欠株率は移植4週間後調査

表3 生育調査結果及び生育ステージ

品種	区名	草丈(cm)			茎数(本/m ²)			生育ステージ	
		6月17日	6月25日	7月9-10日	6月17日	6月25日	7月9-10日	出穂期	成熟期
ひとめぼれ	稚苗-60	26.5	34.6	49.1	191 a	323 a	416 a	8月6日	9月19日
	密苗-60	22.9	30.0	43.5	114 b	193 b	363 ab	8月9日	9月27日
	密苗-50	24.0	30.8	44.4	122 b	207 b	356 ab	8月9日	9月27日
	密苗-37	25.0	30.9	45.2	96 b	159 b	308 b	8月9日	10月1日
銀河のしずく	稚苗-60	29.4	38.8	56.4	174	263 a	292	8月3日	9月10日
	密苗-60	27.5	35.2	52.5	132	202 ab	275	8月5日	9月13日
	密苗-50	27.9	36.5	54.3	136	213 ab	284	8月5日	9月13日
	密苗-37	28.2	35.9	53.4	121	178 b	259	8月6日	9月17日
				†	*	ns			

注) 異なる英文字間には5%水準で有意差が有ることを示す (Tukey法)。†、*、**、***はそれぞれ10%、5%、1%、0.1%水準で有意差があることを示し、nsは有意でないことを示す。

表4 収量及び品質

品種	区名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	1穂粒数 (粒)	m ² 粒数 (千粒/m ²)	不稈率 (%)	登熟歩合 (%)	検査 等級
ひとめぼれ	稚苗-60	76.3 a	18.9 a	366	562	23.8	70.1 a	25.6 a	2.5	95.7	1中
	密苗-60	78.3 ab	19.7 ab	355	568	23.9	77.3 ab	27.4 ab	2.3	95.3	1中
	密苗-50	79.2 ab	19.7 ab	362	547	23.9	73.7 a	26.7 ab	2.4	94.9	1中
	密苗-37	82.8 b	20.4 b	350	575	23.8	85.4 b	29.9 b	2.8	94.2	1下
銀河のしずく	稚苗-60	68.7	19.9	282	503	23.8 a	87.4	24.6	4.0 a	91.3	1上
	密苗-60	71.3	20.6	288	585	24.3 b	86.9	25.0	2.8 b	94.8	1中
	密苗-50	72.0	20.5	287	537	24.3 b	82.8	23.8	3.1 ab	93.9	1中
	密苗-37	72.6	21.0	294	540	24.3 b	87.2	25.7	2.8 b	94.4	1中
		†	†	ns	†	*	ns	ns	*	†	

注1) 精玄米重は1.9mm篩調整

注2) 異なる英文字間には5%水準で有意差が有ることを示す (Tukey法)。†、*、**はそれぞれ10%、5%、1%水準で有意差があることを示し、nsは有意でないことを示す。

【試験2】ICTを活用した水田作業の省力化技術

表5 高密度苗及び稚苗の苗質

試験地	品種	苗の種類	播種量 (g/箱)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	充実度 (mg/cm)
みずほ (試験区)	ひとめぼれ	高密度苗	240	19	12.8	2.0	0.74
農研 (参考)	ひとめぼれ	稚苗	150	28	19.5	3.0	0.90

注) 葉色は第2葉を測定

表6 使用箱数、欠株率及び生育ステージ

試験地	品種	区名	栽植密度 (株/m ²)	植付本数 (本/株)	使用箱数 (箱/10a)	欠株率 (%)	生育ステージ	
							出穂期	成熟期
みずほ (試験区)	ひとめぼれ	高密度苗	16.1	4.7	10.0	4.2	8月4日	9月19日
農研 (参考)	ひとめぼれ	稚苗-60	19.4	3.9	13.9	4.2	8月6日	9月19日

注1) 欠株率は移植4週間後調査

注2) 農研 (参考) の移植日は5月17日

表7 収量及び品質

試験地	品種	区名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	1穂粒数 (粒)	不稔率 (%)	登熟歩合 (%)	検査等級
みずほ(試験区)	ひとめぼれ	高密度苗	87.9	19.8	426	539	21.9	85.0	4.6	90.6	2上
農研(参考)	ひとめぼれ	稚苗-60	76.3	18.9	366	562	23.8	70.1	2.5	95.7	1中

注) 精玄米重は1.9mm篩調整

表8 作業時間(耕起)

	移動	外周計測・ 設定	耕うん	旋回	旋回/耕うん	手動運転の 割合	工程数 ^x	計
オートモード	58.0秒	25.2秒	12分00.0秒	2分45.6秒	0.23	39.20%	9.82	16分8.8秒
(うちオート分)	46.0秒		7分28.4秒	1分34.4秒	0.21			9分48.8秒
(うち手動分)	12.0秒	25.2秒	4分31.6秒	1分11.2秒	0.26			6分20.0秒
手動運転	17.1秒		13分1秒	2分11.1秒	0.17	100%	8.84	15分28.3秒

10aあたりの作業時間、^x耕起および旋回の工程数(10aあたり)

表9 作業時間(代かき)

	移動	外周計測・ 設定	代かき	旋回	旋回/代かき	手動運転の 割合	工程数 ^x	計
オートモード		1分12.7秒	8分28.4秒	1分44.6秒	0.21	53.70%	5.64	11分26.7秒
(うちオート分)			4分14.2秒	1分03.9秒	0.25			5分18.1秒
(うち手動分)		1分12.7秒	4分14.2秒	41.7秒	0.16			6分08.6秒
手動運転	28.8秒		6分13.3秒	1分9.4秒	0.19	100%	4.63	7分51.5秒

10aあたりの作業時間、^x耕起および旋回の工程数(10aあたり)

表10 作業時間(移植)

	移動	田植え	旋回	苗補給	旋回/田植え	手動運転の 割合	工程数 ^x	計
オートモード	19.9秒	6分33.3秒	2分31.7秒	1分50.2秒	0.39	26.70%	8.68	11分15.1秒
(うちオート分)		5分13.3秒	1分34.1秒	1分27.8秒	0.3			8分15.2秒
(うち手動分)	19.9秒	1分20.0秒	57.6秒	22.4秒	0.72			2分59.9秒
手動運転	14.8秒	5分51.4秒	3分0.2秒	1分47.1秒	0.51	100%	8.53	10分53.5秒

10aあたりの作業時間、^x耕起および旋回の工程数(10aあたり)

表11 疲労度調査(フリッカーテスト)

	耕起 YT490		代かき YT490		田植え YR-8D	
	オート	手動	オート	手動	オート	手動
作業前	242.5	242.8	243.1	241.9	242.3	242.7
作業後	243.4	244.5	241.9	240.9	243.1	243.7
作業前後の 変化(%)	100.4	100.7	99.5	99.6	100.3	100.4
標準値	225.0	225.0	243.0	243.0	242.0	242.0

作業前および作業後、いずれも15回計測した結果の平均値

5. 経営評価

- (1) 高密度苗区の10a当たり使用箱数は、稚苗区に比べ約50%と大幅に削減されるため、育苗～苗運搬にかかる費用は6,248円となり稚苗に比べて40%削減することができる。
また、育苗から苗運搬にかかる作業時間は約50%削減できる。

表1-2 育苗～苗運搬にかかる費用および作業時間の試算（10aあたり）

苗質	播種量 (g)	使用箱数 (箱/10a)	資材費(円)				固定費 (円)	合計 (円)	作業時間 (hr)
			種子	農薬	培土	その他資材			
稚苗	150	22.5	1,825	158	2,790	1,651	4,055	10,480	1.73
高密度苗	250	11.2	1,484	79	1,395	1,021	2,269	6,248	0.90

注) 生産技術体系(岩手県2010)を参考に、15ha規模の体系で、高密度苗の使用箱数が慣行稚苗の50%として算出。費用は労働費を除く。その他資材には、育苗箱、プール育苗資材他を計上。固定費にはハウス、播種機、育苗器、育苗箱洗浄機を計上。作業時間はハウス準備、種子準備、播種、置床、育苗管理、苗運搬にかかる時間。

- (2) 本試験においては、ICT技術による作業時間の削減効果は認められなかったことから、直接的には労働費の削減につながっていないものの、疲労度の軽減効果やオートモード時のオペレーター労働時間の価値を評価可能であれば、経営改善の効果が得られる可能性が高い。

6. 利用機械評価

YT490、YR8Dは、オートモード、手動運転のいずれにおいても、岩手県の現地圃場における高密度育苗栽培に十分な能力がある。

両機種とも、オートモードを利用することにより、正確かつ容易に運転が可能であることから、特に大規模経営体においては、雇用確保の観点からも有効であると考えられる。

一方、さらなる効率化を実現するためには、オートモードに対応できない外周部(手動運転が必要)の割合を減少させる必要がある。

7. 成果の普及

高密度苗の栽培技術について、次年度追加試験を実施し研究成果に取りまとめ、普及を図る予定である。

ICT技術については、実証経営体を管轄する中部農業改良普及センターや花巻市などで構成される、花巻市農業振興対策本部と連携し、圃場での実演会や体験乗車会等を開催するとともに、生産者を対象とした研修会や展示会等で技術を紹介し、アウトリーチ活動に努めた。

なお、実証経営体((農)みずほ)においては、経営の効率化に本技術を高く評価しており、次年度、オートモードを装備したトラクタおよび田植え機を導入することとしている。

8. 考察

(1) 高密度苗移植栽培について

移植後の初期生育が稚苗より劣り有効茎数の確保が遅れる傾向で、疎植栽培ではさらに茎数の確保が遅れた。本試験では穂数及び収量に影響が見られなかったが、安定生産には50株/坪以上の栽植密度が必要であることが示唆された。

生育ステージでは、稚苗移植と比べて成熟期が3～8日遅れ、疎植栽培ではさらに7～12日遅れたことから、高密度苗を疎植栽培した場合、気象条件によっては登熟不足となりやすいことが示唆された。

このことから高密度播種苗の栽植密度は50～60株/坪が適正と考える。

(2) ICT技術について

熟練したオペレーターが作業を行ったことから手動運転での効率が高く、作業時間においては、オートモードは慣行と同等もしくは時間がかかる傾向となった。これは、オートモードでは、作業開始前の外周計測やセッティングに時間を要するとともに、特に手動運転の割

合が多い場合、残された手動運転部分の作業に時間をかけることとなり、その結果、全体の作業時間が長くなる傾向にあったことから、オートモードの場合、できるだけ手動運転部分を少なくするルート設定が重要であると考えます。また、疲労度の把握に利用したフリッカーテストは、作業前後の疲労度について、オートモードと手動モードの差が見られなかったことから、評価法についてさらなる検討が必要であると考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

- (1) フリッカーテストによる疲労度の把握については、明確な差を得ることができなかったものの、オートモードによる疲労軽減効果は、聞き取りからは明らかであることから、評価法について検討が必要である。
- (2) 経験が浅いオペレーターが運転することにより、作業精度や軽労化の面でオート農機の優位性がより顕著になると考えられる。一方、水田作業の場合、外周部を手動で作業する必要があることから、経験が浅いオペレーターであっても、容易に外周部の作業を可能とする技術が必要である。

10. 参考写真



写真1 耕起作業



写真2 代かき作業



写真3 移植作業



写真4 実証経営体で開催した実演会



写真5 花巻市石鳥谷町で開催した実演会