

委託試験成績（平成26年度）

担当機関名 部・室名	農研機構・中央農業総合研究センター・土壌肥料研究領域
実施期間	平成26年度～平成28年度予定（新規）
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	圃場作業時間の大幅縮減を目指した超省力不耕起乾田直播栽培技術の開発
目的	大規模営農に対応し、移植栽培等との作業競合を回避するため、新たに開発した大型不耕起播種機を用いた高能率播種、基肥一発施用、除草剤の回数節減等により、圃場作業時間3時間/10a台を目指した作業体系を構築し、実証する。
担当者名	小島 誠

1. 試験場所 千葉県横芝光町篠本新井地区現地A営農組合圃場

2. 試験方法

作業に余裕のある冬季に耕起・整地・均平を行い、春季の播種適期に大型不耕起播種機を用いて高速・高能率に播種する乾田直播栽培体系における作業時間や収量性、さらには本体系に用いた基肥一発施肥や除草体系の特性を調査する。

(1) 供試機械名：ディスク駆動式不耕起播種機（NSV600改良、8条大型機、以下「不耕起播種機」）

(2) 試験条件

ア. 圃場条件：水稻乾田直播連作田、灰色低地土

イ. 栽培等の概要

品種名：「コシヒカリ」

耕起：ロータリ作業機による荒耕起・碎土の2回実施（3月上旬）

播種・施肥・播種（3月28日）、播種後鎮圧（3月28日）

鎮圧ローラ：作業幅4.5m

除草剤散布：グリホサート液剤（ラウンドアップマックスロード）およびブタクロール乳剤（マーシエット乳剤）を4月10日に散布

地下水水位制御システム（FOEAS）による水管理、苗立期の4月28日より地表面下10cmに水位設定、苗立揃い後の5月10日より水深2～3cmの浅水管理、5月25日頃からは移植と同様に水管理、6月10～24日は中干しを実施

選択性茎葉処理剤ペノキスラム水和剤（ワイドアタックSC）を5月22日に散布

収穫：自脱型コンバイン（9月10日）

乾燥・調製：ライスセンターにて乾燥・調製

表1 試験区の構成と耕種概要

区名	乾田直播(58a)	湛水直播(30a)	移植(30a)
直播種子	乾籾、忌避剤粉衣	吸水籾、鉄コーティング	
播種期	3月28日	4月19日	4月30日移植
栽植様式	条間30cm×条播	条間30cm×株間20cm点播	条間30cm×株間22cm
基肥	熔リン60kg/10a、全面全層施用 被覆尿素17.9kg/10a、播種溝施肥 (LP70:LPS100=1:2、7.2N)	マイルドコート 200(12-10-10)、26.4kg/10a(3.2N)、側条施肥	マイルドコート 200(12-10-10)、40kg/10a(4.8N)、全層施肥
除草剤① (播種後、移植後)	ラウンドアップマックスロード、マーシエット乳剤(播種後施用)	プレキープ1キロ粒剤(播種同時施用)	(移植同時施用)
除草剤② (湛水後)	ワイドアタックSC	ワイドアタックSC	

3. 試験結果

(1) 作業時間

乾田直播は走行速度 5 km/h で作業を行い、作業能率は資材補給や調整時間を含めて 12.6 分/10a であった。調整時間を除けば 10 分/10a 程度であり、高能率に作業を実施できた。乾田直播の供試圃場は直播栽培が 3 作目で、圃場表面の凹凸が僅かであり、均平作業は省略した。耕起から乾燥・調製までの作業時間は 8.64h/10a であった。種子粉衣や乾燥・調製作業を除いた圃場作業における作業時間は 5.04h/10a であり、目標とする 3h/10a 台には到達できなかった。これには、除草剤散布に新規導入した乗用管理機の調整運転と習熟が間に合わなかったことにより、背負い噴霧機や動力噴霧機を使用したことで除草剤散布作業に 1.58h/10a を要したことによる。一方、給水と暗渠排水に FOEAS を用いて整備された圃場を使用することにより水位が自動調整され、水管理に要する時間は栽培期間を通して 6 時間程度 (1.02h/10a) と短時間であった (表 2)。

鎮圧作業には、前年までの耕うん機によりけん引される麦踏み用の軽量小型のローラに代わって、作業幅 4.5m の広幅で質量 2 トンの重い大型の鎮圧ローラを使用した。これにより作業能率が向上するとともに、表層が硬く圧密されて日減水深が減少し、生産者の感想でも、圃場の漏水が少なくなったと評価された。

除草体系では、冬季に耕起・整地したことから、播種期までに発芽した雑草は播種後に散布した非選択性茎葉処理剤で枯死させるとともに、本年から土壌処理剤を散布し、播種後に出現する雑草を減少させた。地下灌漑を開始した 4 月 28 日頃では雑草の発生はほとんどなく、浅水湛水を開始した 5 月 10 日頃より雑草が出芽し始め、遅発の雑草が出そろった 5 月 22 日に選択性茎葉処理剤を散布して処理した。土壌処理剤により雑草の出芽を遅らせることができ、移植繁忙期の 4 月下旬～5 月中旬に直播に関係する作業を無くすることができ、移植と直播の作業競合を回避するのに有効であった。5 月 22 日の除草剤散布でほとんどの雑草を処理でき、その後は水稻の生育が旺盛になって条間を覆うことで雑草の発生を抑制し、手取り除草を行わないまま成熟期に至った。結果として、従来、播種後の非選択性茎葉処理剤と、入水直後とその 1 ヶ月後の選択性茎葉処理剤の計 3 回散布していたところを 2 回に減らすことができ、さらに手取り除草も不要であったことで、除草に要するコスト削減と夏場の重作業を省略することができた。

(2) 水稻の生育・収量

乾田直播の苗立数は 103 本/m²で、苗立率は 57.9% であった。茎数の推移をみると、最高 529 本/m²であり、出穂期は 458 本/m²であり、いずれも移植や湛水直播に比べて多かった。成熟期においても、乾田直播は倒伏することなくおおむね順調に生育した (表 4)。乾田直播の精玄米収量は 670 kg/10a で、製品出荷量も 556 kg/10a の多収であり、比較した湛水直播に比べて多収で、移植に対しても高い傾向にあった (表 5)。

被覆尿素肥料を 17.9 kg/10a、播種と同時に全量を基肥施用することで作業体系を簡略化し、省力化することができた。「コシヒカリ」で課題となる倒伏を避けるため、窒素成分が 7.2 kg/10a と、湛水直播や移植に比べて多肥ではあるものの、LP70 : LPS100 = 1 : 2 の割合にしてシグモイド型 100 日タイプの被覆尿素肥料の割合を高めることにより、生育前半の窒素の溶出量を少なくすることで生育初期の過大な生育が抑えられ、稈長は 87 cm にとどまって倒伏しなかった。生育後半からは窒素の溶出量が増え、茎数が多く推移して穂数の増加や籾数の増加につながり、千粒重も比較的軽く、籾の充実も良好になったことで収量が高まった。さらに多肥でありながら、玄米タンパク質含有率は 6.0% で、湛水直播や移植と大差なく、比較的高品質な米生産が達成できた。

4. 主要成果の具体的データ

表2 乾田直播の作業時間

作業月日	作業名	作業機	実作業時間 (58a)	作業時間 (h/10a)	圃場作業時間 (h/10a)	延べ作業時間 (h・人/10a)
3月13日	耕起(荒耕し)	ロータリ(幅2.2m)	150分	0.44	0.44	0.44
3月17日	畦塗り	畦塗り機	38分	0.11	0.11	0.11
3月20日	熔リン散布	ブロードキャスタ	60分×2人	0.18	0.18	0.36
3月26日	耕起(碎土)	ロータリ(幅2.2m)	150分	0.44	0.44	0.44
3月27日	種子粉衣(忌避剤)	手作業(乾籾種子30kg)	20分×1人	0.06	—	0.06
3月28日	播種	不耕起播種機 (幅2.4m)	72分×2人	0.21	0.21	0.42
3月28日	鎮圧	ローラ(幅4.5m)	60分	0.18	0.18	0.18
4月10日	除草剤散布 (1回目)	背負い噴霧機	6時間×3人	1.05	1.05	3.15
5月22日	除草剤散布 (2回目)	動力散布機	3時間×5人	0.53	0.53	2.65
5~8月	水管理	FOEAS水位・給水弁操作	5分×70回	1.02	1.02	1.02
5~8月	畦畔草刈り	刈払機・3回	60分×3回	0.53	0.53	0.53
9月10日	収穫	自脱コンバイン(条)	120分×2人	0.35	0.35	0.70
9月11日	乾燥・調製	乾燥機、籾摺機、選別機	20時間	3.51	—	3.51
3~10月	生産管理	作業記録等	約2時間	0.03	—	0.03
合 計				8.64	5.04	13.60

表3 栽培法別の10a当たり労働時間の比較

作業名	乾田直播 (h/10a)	湛水直播 (h/10a)	移 植 〔平25年〕 (h/10a)	関東東山 〔平24年〕 (h/10a)	備 考
種子予措	0.06	0.20	0.20	0.34	
育苗	—	—	1.95	3.03	
耕起(耕起・畦 塗り・代かき等)	0.99	1.38	1.38	3.83	
基肥施用	0.18	—	0.38	0.88	乾直はリン酸資材、湛直は全量側条施肥
直まき・鎮圧	0.39	0.30	—	0.00	
移植	—	—	1.76	3.27	
追肥	—	—	—	0.28	直播、移植とも基肥のみの施肥体系
除草	1.58	0.53	0.92	1.91	移植は田植え同時除草剤散布
管理	1.55	1.55	0.63	6.59	水管理、畦畔管理等
防除	—	—	0.10	0.34	殺菌・殺虫剤はラジコンヘリ散布委託
刈取脱穀	0.35	0.35	2.83	3.81	
乾燥調製	3.51	3.51	1.13	1.47	
生産管理	0.03	0.03	0.03	0.47	
合 計	8.64	8.12	11.31	26.22	

注) 圃場作業における機械作業時間のみ計測、手取り除草は行わなかった。

表4 栽培法別の水稻の生育

	乾田直播	湛水直播	移 植
播種量(kg/10a)	5.0	4.1	
苗立数(本/m ²)	103	67	(15.2株/m ²)
苗立率(%)	57.9		
茎数(本/m ²)	5月29日	164	445
	6月25日	409	526
	8月12日	331	410
幼穂形成期	7月3日	7月7日	6月25日
出穂期	7月29日	8月2日	7月22日
成熟期	9月6日	9月8日	8月25日
倒伏程度(0~5)	0	0	0

表5 栽培法別の水稲の収量および品質

	乾田直播	湛水直播	移 植	分散分析
稈長 (cm)	86.9	84.8	88.8	ns
穂長 (cm)	20.8 a	20.8 a	19.5 b	*
穂数 (本/㎡)	350 ab	323 b	391 a	*
ワラ重 (kg/10a)	870 ab	745 b	927 a	*
籾重 (本/㎡)	917 a	742 b	818 ab	*
総籾数 (千粒/㎡)	34.0	28.4	30.0	ns
1 穂籾数	97.8 a	87.9 ab	76.6 b	*
精玄米収量 (kg/10a)	670 a	533 b	606 ab	*
千粒重 (g)	23.1 a	23.1 a	22.4 b	*
玄米タンパク (%)	6.0	5.9	5.8	ns
整粒割合 (%)	90.9 a	92.6 a	88.9 b	*
不稔割合 (%)	4.6 a	5.6 a	2.8 b	*
登熟歩合 (%)	86.2 b	85.3 b	91.7 a	*
収穫指数 (%)	44.7 a	43.2 ab	40.3 b	*
窒素吸収量 (kg/10a)	12.3	10.0	11.6	ns
(参考) 製品出荷量 (kg/10a)	556	488	507	-

1) 精玄米収量は粒厚 1.8 mm 以上、3) 収量の範囲は標準誤差、2) 玄米タンパクは近赤外線分析機による 15% 水分時

3) 移植の製品出荷量は移植「コシヒカリ」20ha の全体平均、

4) 分散分析の*は 5% 水準で有意差あり、ns は有意差なし。異なる英文字間に 5% 水準で有意な差がある。

表6 栽培法別の生産費

	実証営農			関東東山 (平 24 年)	備 考
	乾田直播	湛水直播	移植	慣行移植	
育苗費 (円/10a)	2,675	2,140	1,877	3,343	乾直 5 kg/10a、湛直 4 kg/10a
肥料費	9,460	8,000	8,820	8,046	乾直は LP 肥料、熔リン
農薬剤費	8,930	8,460	6,200	5,781	
光熱動力費	4,997	4,997	4,997	4,674	電気代、水道料、燃料費等
その他の諸材料費	1,496	1,496	1,496	2,023	
土地改良・水利費	7,002	7,002	7,002	3,998	FOEAS 施工費を含む
賃借料・料金	1,460	1,460	1,460	9,044	農機具借上料
物件税・公課諸負担	1,888	1,888	1,888	2,189	
建物・農機具費	23,324	22,967	20,824	46,759	
生産管理費	166	166	166	297	
労働費	13,306	12,505	17,417	40,433	時給 1,540 円で計算
費用合計 (円/10a)	74,704	71,081	72,147	126,587	
副産物価格	—	—	—	2,270	
生産費	74,704	71,081	72,147	124,317	
支払利子	—	—	—	138	
支払地代	19,758	19,758	19,758	5,428	
地代算入生産費	94,462	90,839	91,905	129,883	
収量 (kg/10a、出荷量)	556	488	507	522	
労働時間 (時間/10a)	8.6	8.1	11.3	26.2	
60 kg 当たり生産費 (円)	7,929	8,544	8,350	14,550	
関東東山慣行移植対比	55	60	59	100	
実証営農移植対比	94	102	100		

1) 平 26 年度の物財費、労働費、その他は 25 年決算書より計算、乾直および湛直は播種機の償却費を含む。

5. 経営評価

投入した物材費や償却費、労働費、地代等より生産費を算出し、乾田直播、湛水直播および移植栽培、さらに関東東山地域の平均に基づく慣行移植との対比で生産費を比較した。実証営農組合は基盤整備により圃場が大区画に整形され効率的な移植栽培が行われており、労働時間は関東東山地域の慣行移植に比べて短縮されている。乾田直播および湛水直播は育苗作業が不要ことから、実証営農の移植に比べてもさらに短縮され、その結果として労働費は節減された。しかし、直播栽培では播種量が多いことや除草剤を多く使用する体系であることから、移植に比べると物材費が高い傾向にあり、特に播種量や使用する除草剤が多く、高価な被覆尿素肥料を使用する乾田直播は、10 a 当たり費用合計は最も高かった。

一方、収量は乾田直播が最も多収であることから、生産物 60 kg 当たり生産費でみると、乾田直播の生産コストが最も低く、関東東山慣行移植に対して 55% であり、45% のコスト削減ができた。ただし、実証営農の移植に比べると 6% の削減にとどまった (表 6)。

6. 利用機械評価

開発した作業幅 2.4m の大型不耕起播種機は、作業速度が約 5 km/h と高速で、10 a 当たり播種作業時間が 10 分程度と高能率であり、圃場作業量は 1 日当たり 3ha 以上を見込める。関東地域では 3 月下旬から乾田直播の播種が可能であることから、移植作業の繁忙期の 4 月下旬までにおおむね 20 日程度の稼働日数が得られ、1 台当たりの負担面積は 50ha 程度を考えられる。不耕起播種機は、大豆や麦類の播種にも適用できることから、1 年を通して稼働でき、汎用利用することにより機械コストの削減も可能である。大型不耕起播種機の実証試験を行った地区において、平成 26 年の稼働面積は、水稻乾田直播 5ha、大豆 18ha、小麦 2ha であった。

7. 成果と普及

開発した大型不耕起播種機は、千葉県横芝光町の他、茨城県筑西市、稲敷市、龍ヶ崎市等においても、「コシヒカリ」の他、「あきたこまち」、「ゆめひたち」、「ふさこがね」、「あきだわら」品種を用いて営農圃場で実証栽培を行い、製品出荷量で 480~723 kg/10a の収量を得て、低収になりやすいといわれる乾田直播でも、移植に劣らない高い収量性を得た。また、事前耕起・整地による不耕起播種体系により、春季の作業競合を回避するとともに、不耕起播種体系に対応した被覆尿素肥料を用いた施肥法や、土壌処理剤を用いた除草体系が確立されたことにより、追肥のない省力的な基肥一発体系や、比較的少ない除草回数の体系の実用性が確認され、移植と組み合わせた規模拡大が容易になった。不耕起播種機は早期の市販化を予定しており、本技術の普及・拡大が期待される。

8. 考察

作業に余裕のある冬季に事前耕起・整地を行い、播種適期に不耕起播種機を用いて高能率な播種を行う乾田直播は、作業が競合しやすい春季の省力化・高能率化を容易にする。また、溶出特性の異なる被覆尿素肥料を用いた基肥一発施肥により、追肥を省力化して高い収量が得られたことで、移植並みの収量を期待できる。さらに、播種後の強鎮圧と土壌処理剤を用いた除草体系により、除草剤の散布回数を削減して省力化を進めるとともに、移植作業が繁忙な時期の散布作業を回避できることにより、余裕をもって除草剤散布を行うことができる。従来は、移植の繁忙期に除草剤を散布する体系であったことから、散布適期を逃して雑草が繁茂し、直播に失敗する事例が多発したが、土壌処理を行う体系を用いてからは、雑草が繁茂して失敗する事例は少なくなり、手取り除草も行わない事例も増えつつあり、この除草体系の有効性が確認された。

圃場作業時間の大幅短縮に関しては、効率的な除草剤の散布作業ができなかったことで目標の 3 時間台/10 a の実証はできなかったが、大豆栽培で乗用管理機を用いた薬剤散布作業を開始し、おおむね 10 分/10 a 程度で散布作業ができたことから、比較的時間のかかる耕起や均平作業、薬剤散布作業が効率よくできれば、目標とする 3 時間台/10 a の達成は十分可能と考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

本試験では、「コシヒカリ」を用いて製品収量で 556 kg/10a の収量を得た。次年度は、業務用多収品種の「ふさこがね」を用いて適応性を確認するとともに、さらなる多収化を図り、60 kg 当たり生産費を指標として低コスト生産の可能性を検討する。現地に実証営農は、多収の得られる乾田直播の栽培面積拡大を予定しており、複数の圃場を用いて、施肥法等について、統計的な優

位性も確認できるよう、試験区を設定する予定である。また、圃場均平や漏水防止のための強鎮圧技術を含めて、今年度達成できなかった、圃場作業時間を3時間台/10aで実施することに再挑戦する。

1 0. 結果の要約

作業に余裕のある冬季に事前耕起・整地を行い、播種適期に不耕起播種機を用いた高能率な播種を行い、溶出特性の異なる被覆尿素肥料を用いた基肥一発施肥により、追肥を省略して「コシヒカリ」で全刈収量 556 kg/10a の高い収量を得た。また、播種後の強鎮圧と非選択性茎葉処理剤＋土壌処理剤処理、水稻移植作業との競合を避けた5月末の選択性茎葉処理除草剤の使用で、手取り除草を要しない除草体系を実証した。大型の不耕起播種機や鎮圧ローラを用いた高能率作業やFOEASを用いた省力的な水管理等により、圃場作業時間は5.04時間/10aであった。乾田直播の労働時間の短縮による労働費節減等により、関東東山地域の慣行移植に対して60kg当たり生産費を45%削減した。

〔キーワード〕 不耕起播種機、FOEAS 水管理、基肥一発施肥、土壌処理除草剤、生産コスト

1 1. 結果の発表、活用等

不耕起播種機を用いた事前耕起・整地による水稻乾田直播栽培、農作業学会春季大会で発表予定、2015.3

1 2. 参考写真



図1 大型不耕起播種機による播種作業
(3月28日)



図2 播種溝の種子と被覆尿素肥料
(3月28日)



図3 大型鎮圧ローラによる鎮圧作業
(3月28日)



図4 苗立期に入水を開始した
乾田直播圃場(4月28日)



図5 選択性茎葉処理剤散布後の乾田
直播圃場(分けつ盛期頃、5月30日)



図6 出穂期後1週間頃の乾田
直播圃場(8月5日)



図7 登熟途中の水稻の空撮画像(各栽
培法とも倒伏せず、生育ムラもほとんど
みられない、8月18日)



図8 成熟期の乾田直播圃場(倒伏はほとんど無
く、手取り除草無しで残存雑草はわずかであ
った、9月5日)