

委託試験成績（平成25年度）

担当機関名 部・室名	山口県農林総合技術センター 農業技術部・土地利用作物研究室
実施期間	平成24年度～平成25年度
大課題名	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	水稻の収量及び品質を向上させる深耕技術の開発
目的	<p>山口県では、今後の水田営農の担い手として集落営農法人の育成を進めており、法人の経営安定のためには、主食用水稻の収量・品質の安定化と新規需要米等の転作作物の生産性向上が重要な課題となっている。</p> <p>こうした中、主食用米では高温化による品質低下が深刻となっているほか、取り組みが急増している飼料用米等では管理不足から専用品種の多収特性が発揮されていないなど、水稻生産が法人等の経営安定に十分寄与出来ていない。</p> <p>そこで、主食用米の品質および新規需要米の収量を向上させるため、深耕による耕土深の確保が水稻の生育に及ぼす影響を検討し、大規模担い手においても容易に活用可能な栽培技術を確立する。</p>
担当者名	内山 亜希
<p>1. 試験場所 山口県農林総合技術センター内ほ場（山口市大内御堀、標高33m）</p> <p>2. 試験方法 前年度の試験では、耕深の相違が生育および収量に及ぼす影響は判然としなかった。これは、前年度の試験ほ場が初めて深耕を行ったことに加えて、耕起、荒代かき後に肥料を表層散布し、その後ハローで植代かきを行ったため、施用した肥料の大部分が作土深に関係なく田面から10cm以内に分布していたことが要因と考えられた。このため、本年度は、前年と同様のほ場で深耕2年目の効果を検討するとともに、施肥を耕起前に実施し、肥料分布も耕深によって異なる条件での検討を実施した。</p> <p>(1) 供試機械名：コバシツーウェイローターFTF180R（使用トラクタ：ヤンマーEG453）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件：面積14a、礫質灰色低地土（前作水稻）</p> <p>イ. 栽培等の概要</p> <p>品種名：「ヒノヒカリ」（主食用米）、「北陸193号」（新規需要米）</p> <p>耕起：5月8日</p> <p>代かき：5月22日（荒代）、5月24日（植代）</p> <p>播種：5月8日（乾籾120g/箱）</p> <p>移植：5月28日（稚苗機械移植）</p> <p>栽植密度：19.0株/m²（「北陸193号」は11.1株/m²も実施）</p> <p>施肥：緩効性肥料（LPSS522）を耕起前に全量施用</p> <p>施肥量（N-P-K：kg/a）は、主食用米（「ヒノヒカリ」）は0.6-0.48-0.48（標準肥）、1.0-0.80-0.80（多肥）の2水準。新規需要米（「北陸193号」）は1.2-0.96-0.96の1水準。</p>	

除 草：5月31日にバッチリフロアブルを50mL/a 散布

(3) 試験区の構成

浅耕区：耕深8cm（耕起時に調査した深さ、以下同）

標準区：耕深13cm

深耕区：耕深18cm

（標準区および深耕区は(1)の供試機械、浅耕区は当センター所有機械で耕起）

3. 試験結果

(1) 「ヒノヒカリ」（主食用米）

ア 代かき・移植後の耕土深

・各試験区の耕土深は、浅耕区が9.5～10.5cm、標準区が16.5～17.1cm、深耕区が20.8cmと明確な差があった。（表1）

イ 生育

・草丈は、移植後40日頃までは、浅耕区で長く、耕深が深くなるにつれて短くなる傾向が認められた。移植後50日では、耕深による差は小さくなった。また、施肥量を増やすと耕深に関わらず草丈が長くなった。（表2）

・茎数は、移植後40日頃までは、浅耕区が多く、耕深が深くなるにつれて少なくなる傾向が認められた。移植後50日では、深耕区の茎数はやや少なかったが、耕深による差は小さくなった。また、施肥量を増やすと茎数が多くなった。（表2）

・生育中の葉色は、耕深による差は認められなかった（表2）が、浅耕区は、成熟期前に急激に淡化した。

・出穂期は浅耕区が深耕区より1日早く、成熟期も浅耕区が深耕区に比べて1～2日早かった。（表3）

・登熟期間中（出穂20日後）の出液速度は、有意ではないが、深耕区で大きい傾向が認められた。（表4）

・出穂11～12日後の1穂当たりの根量は、深耕区がやや多く、浅耕区は、10cm以下の根量が標準区、深耕区と比べて少ない傾向が認められた。（図1）

ウ 収量

・穂長は耕深による差は認められなかったが、穂数は、深耕区が少なかった。（表3）このため、浅耕区の千粒重がやや軽かったものの、収量は深耕区が最も少なかった。

（表5）

エ 品質

・外観品質は、耕深が浅くなるほど低下し、特に、浅耕区は充実が悪く、片反復で検査等級が2等相当となった。（表6）

・白未熟粒の発生程度は、浅耕区で20.3～21.9%程度であったのに対し、標準区で13.2～14.0%、深耕区で10.9～11.8%と作土深が深くなるほど低く、特に基部未熟粒の減少が顕著であった。（表6）

(2) 「北陸193号」（新規需要米）

ア 代かき・移植後の耕土深

・各試験区の耕土深は、浅耕区が10.0～11.5cm、標準区が16.1～16.5cm、深耕区が

22.1～23.1cmと明確な差があった。(表1)

イ 生育

- ・草丈は、耕深が浅いほど長く推移した。(表7)
- ・茎数は、移植後30日までは耕深が浅いほど多く、栽植密度が高いほど多く推移したが、移植後50日では区間差は小さくなった。(表7)
- ・出穂期は深耕区が他の区に比べて1日遅く、成熟期は耕深が深いほど遅れた。(表8)
- ・登熟期間中(出穂20日後)の出液速度に区間差は認められなかった。(表9)

ウ 収量

- ・穂長、穂数及び㎡当たり粒数に耕深による差は認められなかったが、稔実歩合が低かったため、収量は、浅耕区、標準区と比べて深耕区が少なかった。(表8、10)

(3) 耕起時の作業性

- ・標準区と深耕区では、作業時の平均車速が遅くなり、作業時間が増加した。(表11)

4. 主要成果の具体的データ

表1 耕土深

	ヒノヒカリ		北陸193号	
	標肥	多肥	19.0株/㎡	11.1株/㎡
浅耕区	9.5	10.5	10.0	11.5
標準区	16.5	17.1	16.1	16.5
深耕区	20.8	20.8	22.1	23.1

注) 移植後20日に各区調査区付近の10カ所を測定した平均値

表2 生育経過(「ヒノヒカリ」)

区名	施肥量	草丈(cm)				茎数(本/㎡)				葉色(カラースケール)			
		+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50
浅耕区	標肥	27.7	41.5	55.5	68.5	145	282	416	388	4.0	4.3	4.8	4.5
標準区		24.9	38.8	54.1	69.3	122	228	378	388	4.0	4.3	4.8	4.5
深耕区		22.7	36.4	51.6	68.3	119	193	325	355	4.0	4.2	4.8	4.5
浅耕区	多肥	29.1	44.2	60.2	75.3	173	329	477	447	4.1	4.9	5.0	4.5
標準区		25.6	40.1	57.5	73.5	147	263	417	408	4.1	4.7	4.9	4.5
深耕区		24.7	37.7	54.0	72.6	125	208	330	358	4.0	4.6	4.9	4.5
分散分析	耕土深	**	**	**	*	**	**	**	*	-	-	-	-
	施肥量	*	**	**	**	*	**	**	**	-	-	-	-
	交互作用	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	-	-	-	-

注) 分散分析の*は各区間に5%、**は1%水準で有意差があり、nsは有意差がないことを示す。(以下の表も同様)

表3 成熟期調査(「ヒノヒカリ」)

区名	施肥量	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	有効茎 歩合(%)
浅耕区	標肥	8.15	9.23	80.7	18.8	359	86.3
標準区		8.15	9.24	83.0	19.2	347	89.2
深耕区		8.16	9.24	83.4	19.4	303	85.3
浅耕区	多肥	8.15	9.24	85.4	19.3	411	86.2
標準区		8.15	9.25	86.9	19.7	367	87.9
深耕区		8.16	9.26	89.2	19.6	310	86.4
分散分析	耕土深	-	-	**	ns	**	-
	施肥量	-	-	**	ns	**	-
	交互作用	-	-	ns	ns	ns	-

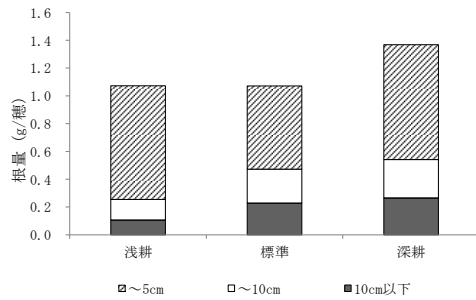


図1 根域別根量調査（「ヒノヒカリ」標肥）

注) 出穂 10~11 日後に各区 1 株を中心に 40cm×30cm×5 cm の土壌断面を切り出し、洗浄後、地表面から 5cm、5~10cm、10cm 以下の各層に分布する根を採取し、乾物重を測定し、1 株穂数で除して算出した。

表4 出液速度（「ヒノヒカリ」標肥）

区名	1 穂出液速度 g/h/穂
浅耕区	0.21
標準区	0.22
深耕区	0.27
分散分析	ns

注) 出穂 20 日後に森田・阿部(1999)の方法により測定した。各区 6 株を測定し、平均値を示した。（表 9 も同様）

表5 収量および収量構成要素（「ヒノヒカリ」）

区名	施肥量	収量 (kg/a)	同左比 (%)	千粒重 (g)	1 穂粒数 (粒/穂)	m ² 初数 ×100	登熟歩合 (%)	玄米蛋白 (%)
浅耕区	標肥	48.8	96	21.5	79.1	284	73.1	7.3
標準区		50.8	100	21.7	86.1	298	71.7	7.5
深耕区		42.8	84	21.7	97.9	297	68.5	7.6
浅耕区	多肥	50.9	100	21.4	84.4	347	70.7	7.8
標準区		54.1	107	21.7	93.1	342	68.3	8.0
深耕区		46.1	91	21.7	94.2	293	63.5	8.0
分散分析	耕土深	**	-	*	ns	ns	ns	ns
	施肥量	ns	-	ns	ns	ns	ns	**
	交互作用	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

注) 1. 収量は篩目 1.85mm 以上
2. 玄米タンパクは N 社製スベクトロフォトメーターで測定した

表6 品質（「ヒノヒカリ」）

区名	施肥量	品質 1-9	白未熟粒率(%)			
			乳白	基部未熟	背・腹白	計
浅耕区	標肥	6.1	8.4	10.7	2.8	21.9
標準区		5.1	5.3	6.3	1.6	13.2
深耕区		4.9	5.0	5.4	1.5	11.8
浅耕区	多肥	5.6	8.6	8.7	3.1	20.3
標準区		5.2	6.8	5.6	1.6	14.0
深耕区		4.8	5.3	4.1	1.6	10.9
分散分析	耕土深	**	*	*	*	-
	施肥量	ns	ns	ns	ns	-
	交互作用	ns	ns	ns	ns	-

注) 1. 品質は 1~9 の 9 段階で示し、1~5 が概ね検査等級の 1 等、6、7 が 2 等、8 が 3 等とした
2. 白未熟粒率は S 社製穀粒判別器 (RGQI10B) で測定した。

表7 生育経過（「北陸 193 号」）

栽植密度 株/m ²	区名	草丈 (cm)				茎数 (本/m ²)				葉色 (カラスケール)			
		+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50
19.0	浅耕区	33.6	48.8	63.2	81.3	175	288	430	378	4.2	4.8	5.4	4.8
	標準区	29.6	43.0	59.0	78.1	148	238	440	410	4.1	4.6	5.4	4.7
	深耕区	28.1	40.9	55.7	77.5	109	179	352	352	4.1	4.4	5.2	4.7
11.1	浅耕区	34.5	47.3	59.8	81.5	97	194	364	379	4.1	4.6	5.4	5.0
	標準区	31.0	43.2	56.6	77.2	77	137	384	339	4.0	4.2	5.3	4.9
	深耕区	31.0	43.0	53.9	69.5	57	109	241	359	4.0	4.0	5.2	4.9
分散分析	耕土深	**	**	**	*	**	**	**	ns	-	-	-	-
	栽植密度	*	ns	**	ns	**	**	**	ns	-	-	-	-
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

表8 成熟期調査（「北陸 193 号」）

栽植密度 株/m ²	区名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合(%)
19.0	浅耕区	8.18	9.29	80.8	26.5	251	58.3
	標準区	8.18	9.30	79.2	26.0	254	57.7
	深耕区	8.19	10.01	77.1	26.8	228	64.6
11.1	浅耕区	8.19	9.30	78.6	26.4	255	67.4
	標準区	8.19	10.01	80.1	27.9	239	62.1
	深耕区	8.20	10.02	78.5	28.6	232	64.7
分散分析	耕土深	-	-	ns	ns	ns	ns
	栽植密度	-	-	ns	ns	ns	ns
	交互作用	-	-	ns	ns	ns	ns

表9 出液速度（「北陸 193 号」）

栽植密度 株/m ²	区名	1 穂出液速度 g/h/穂
18.5	浅耕区	0.17
	標準区	0.20
	深耕区	0.17
分散分析		ns

表 10 収量調査（「北陸 193 号」）

栽植密度 株/m ²	区名	収量 (kg/a)	同左比 (%)	千粒重 (g)	1 穂粒数 (粒/穂)	m ² 穂数 ×100	稔実歩合 (%)	玄米蛋白 (%)
19.0	浅耕区	64.9	106	20.2	141.7	355	88.7	7.3
	標準区	61.2	100	19.9	126.2	320	86.7	7.3
	深耕区	54.7	89	19.8	140.3	319	77.9	7.3
11.1	浅耕区	52.8	86	19.6	143.4	365	85.1	7.1
	標準区	57.9	95	19.8	152.3	362	81.1	7.1
	深耕区	51.3	84	19.7	170.3	396	71.7	7.3
分散分析	耕土深	*	—	ns	ns	ns	**	ns
	栽植密度	**	—	ns	ns	ns	*	ns
	交互作用	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns

注) 1. 収量は粗玄米収量
2. 玄米タンパクは N 社製スペクトロフォトメーターで測定した

表 11 耕起時の作業性

	作業能率 h/10a	平均車速 km/h
標準区	0.86	1.1
深耕区	0.99	0.7

注) 作業能率は耕深の調整時間を除いた作業時間から算出した

5. 経営評価

「ヒノヒカリ」では、深耕による品質向上効果が確認できたが、収量性が低かったことに加え、耕起時の作業時間が若干増加するため、経営上の優位性は認められなかった。

6. 利用機械評価

今回供試したロータリーは、耕深 18cm の設定で耕起した場合、作業時の負荷が増大するため作業に要する時間はやや増加する（表 11）が、水稻栽培時の耕土深は 13cm 設定と比べて 5cm 程度深く安定していた。また、耕起後のロータリーへの土の付着も少なく、作業中の負荷の変動が少ないことが考えられた。

7. 成果の普及 特になし

8. 考察

1 年目と同様、ロータリー耕による深耕では、作業時間はやや増加するが、水稻栽培中の耕土深に明確な差がみられ、2 年間連続で深耕しても深さは 1 年目とほぼ同等で安定していたことから、簡便に耕土深を確保する方法として有効であると考えられた。

「ヒノヒカリ」、新規需要米（「北陸 193 号」）とも、1 年目は生育、収量に差は認められなかったが、本年は、耕深が深くなるほど生育量が小さくなる傾向が見られ、収量が少なくなった。これは、1 年目は施肥位置が同じであったのに対して、本年は耕起前に施肥し、耕土深の深さに関わらず施肥量を同量としたため、深耕区は浅耕区に比べて肥料の密度が低くなったことが影響していると考えられた。また、「ヒノヒカリ」の深耕区では、67%程度増肥した多肥区でも標準区（標準施肥）の収量を下回ったため、深耕をする場合は、更なる増肥や施肥位置の検討が必要と考えられた。

一方、「ヒノヒカリ」の品質面では 1 年目と同様、耕深が深くなるにつれて、基部未熟粒の発生程度が減少し、品質も向上した。これは、深耕区が浅耕区と比べて、深い位置に分布する根量が多く、成熟期直前の葉色が濃かったことから、登熟期間中の栄養状態が維持されていたためと考えられた。

以上のことから、深耕による収量性向上効果は確認できなかったが、「ヒノヒカリ」の品質を向上する効果はあると考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

深耕は、根域を拡大し、品質を向上する効果が期待できるが、収量を確保するためには、施肥量の増量や堆肥などの有機物投入による地力向上と組み合わせる必要があり、コストが高くなることが懸念される。

10. 参考写真



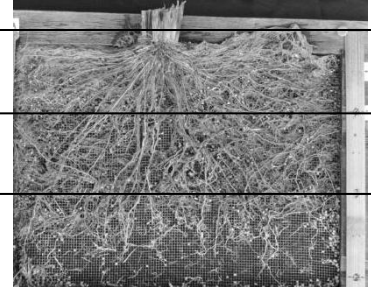
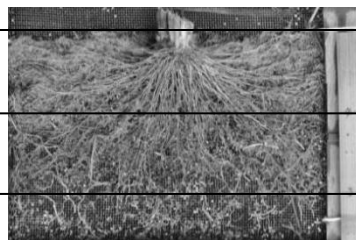
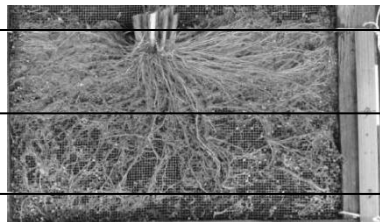
供試機械



耕起作業中の様子

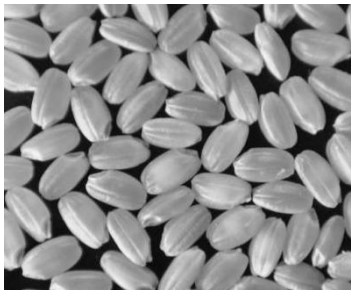


成熟期頃の様子（左から浅耕区、標準区、深耕区）



「ヒノヒカリ（標肥区）」の根の様子

（左から浅耕区、標準区、深耕区、線は上から地表面、10cm、20cm）



「ヒノヒカリ（標肥区）」玄米（左から浅耕区、標準区、深耕区）