

委託試験成績（令和元年度）

担当機関名 部・室名	京都府農林水産技術センター農林センター丹後特産部
実施期間	令和元年
大課題名	Ⅱ 高品質・付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	丹後開発農地における業務用キャベツ栽培の機械化体系導入による省力低コスト技術の確立
目的	丹後地域では開発農地で加工用契約野菜の導入が進みつつある。中でも、キャベツについては作付けが増加する傾向にあり一戸で数 ha 作付けする生産者も出てきている。また、今後は新規就農者育成機関「丹後実践型学舎」の卒業生など新規栽培者の参入が増加することも期待される。現在は手作業に頼っている移植および収穫作業に機械を導入することにより一経営体あたりの規模拡大を目指す。
担当者名	京都府農林水産技術センター丹後特産部 主任研究員 向田 慎
<p>1. 試験場所 京都府京丹後市大宮町三坂（1ha ほ場の一部 20a で実施）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>ア. 移植機 ヤンマー社製 歩行型汎用野菜移植機、1 条植え往復 2 条植え（PH1, KWA 型） ヤンマー社製 乗用型汎用野菜移植機、2 条同時植え（PH2R, W 型）</p> <p>イ. 中間管理 本機：ヤンマー社製 乗用管理機（HV171 型） 作業機：肥料散布機（タイショー社製 UH-110MT-GP 型） カルチベータ（キュウホー社製 QS3B 型）、培土板</p> <p>ウ. 収穫機 ヤンマー社製 キャベツ収穫機（HC1400 型）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. ほ場条件 丹後国営開発農地 花崗岩風化土 斜度うねに平行 5%、直角 5% 試験規模 20a 反復なし</p> <p>イ. 栽培等の概要</p> <p>1) 試験区</p> <p>品種名 「おきな」（タキイ種苗） 播種 7 月 5 日 耕起 7 月 25 日 基肥施用同時畦立て 8 月 8 日、畝幅 150cm、N:P₂O₅:K₂O=20:20:20 kg /10a 移植 8 月 8 日 株間 40cm×条間 50cm 1 畝 2 条千鳥植え 除草 8 月 10 日 フィールドスターP 乳剤 追肥・中耕除草 1 回目 8 月 26 日、2 回目 9 月 10 日 各回 N:P₂O₅:K₂O=7:7:7 kg /10a 収穫 10 月 25 日 鉄コンテナ出荷</p> <p>2) 慣行区</p>	

品種名 「おきな」 (タキイ種苗)

播種 7月29日

耕起 8月30日

基肥施用同時畦立て 9月3日、畝幅150cm、N:P₂O₅:K₂O=20:20:20 kg /10a

移植 9月4日 株間40cm×条間50cm 1畝2条千鳥植え 穴開け器(自作)+手植え

除草 9月5日 フィールドスターP乳剤

追肥・中耕除草 1回目10月5日、2回目10月17日、背負肥料散布器+条間作業機
各回N:P₂O₅:K₂O=7:7:7 kg /10a

除草 9月27日 プリグロックスL 1L/10a

収穫 12月23日 鉄コンテナ出荷

なお、試験ほ場で裂球が多く発生したため、慣行区は、移植時期が約1ヶ月遅いほ場で作業時間等を計測した。

ウ. 試験項目

- 1) 各種作業の10aあたりの作業時間および経費(慣行作業体系との比較)
- 2) 作業ロス(移植時の精度、補植時間、収穫時のロス)
- 3) 10aあたり収量(葉身長、葉身幅、球重、球高、球径、球緊度)

3. 試験結果

(1) 前提条件

ア. 時間数は、作業開始から終了までの時間とし、機械の調整や休憩時間を含まない。

イ. 一つの作業に複数人が携わる場合の作業時間はのべ時間数で表記する。

ウ. 雇用労賃根拠: 京都府最低賃金909円/時。

エ. 燃費計算根拠: ガソリン単価140円/L、ディーゼル軽油単価120円/L。

オ. 慣行区と試験区との間で収量に差が生じたため、10aあたりの鉄コンテナ数を慣行区に合わせて試験区の運搬に関する時間数を換算した。

(2) 各種作業時間、経費の比較(10aあたり)

ア. 移植作業について

慣行区は、あらかじめ自作の穴開け器(写真1)で植え穴を開けておき、手作業で移植を行った。作業時間は穴開けに18分、移植作業に3時間36分であった(表1)。移植作業中は苗の補充員として雇用1人を要した。

試験区は、乗用型を使用すると、苗の補充時間も含め移植時間が1時間33分であった(表2-1)。また、歩行型を使用した場合は2時間4分となった(表2-2)。経費は、慣行区が補助員の雇用労賃1,636円であった。試験区の燃料費は、乗用型を利用した場合、235円、歩行型の場合は196円であった(表3)。

イ. 中耕・追肥作業について

慣行区は、背負いの肥料散布器で条間に追肥し、条間作業機で中耕する方法で2回行い(写真3)、総時間数が1時間2分で(表1)、燃料費は78円であった(表3)。

試験区は、乗用管理機で2回行い、1回目が肥料散布機、カルチベータおよび培土板を装着したものを使用し、2回目は、葉を傷める可能性があったためカルチベータのレーキをはずした状態で使用した(写真4)。作業時間は、それぞれ13分間、19分間であり(表2-1)、2回分の燃料費は152円であった(表3)。

ウ. 除草作業について

慣行区では、11月5日にうね間は背負噴霧器でプリグロックスLによる除草を行った。作業時間は40分であった(表1)。薬剤費は750円/500mL、燃料費77円であった(表3)。一方、試験区は、機械除草により雑草発生が抑制され、除草作業は必要なかった。

エ. 収穫作業について

慣行区は、あらかじめ手作業で収穫を行い、うね上に積み、その後鉄コンテナを積んだ軽トラックをほ場内に乗り入れて人力で詰め込みを行う方法で行った(写真5)。収穫にかかった時間は、3人で5時間30分、詰め込み作業は2人で4時間40分、ほ場内運搬に1人で30分、集荷場までの運搬作業に1人で5時間00分であった。このうち経営者の労働時間は、4時間40分で、雇用労賃は11時間で9,999円であった(表1、表3)。

試験区は、キャベツ収穫機で収穫を行いながら機上で鉄コンテナに詰め、リフトで運搬車に載せ換える方式で行った(写真6)。今回は補助員が不慣れなことを考慮し、収穫速度を最速の1/3となる0.2m/sで行った。収穫+コンテナ詰めにかかった時間はオペレーター1名および調整、コンテナ詰め作業に補助員3人を要し9時間40分であり、積み替え作業は1名で1時間9分、集荷場への搬送は3名で5時間であった(表2-1)。このうち経営者の作業時間は3時間34分で、燃料費は収穫機に2,307円、トラクターリフトに668円であり、雇用労賃は11,135円であった(表3)。

(3) 作業ロスについて

ア. 移植作業時のロスについては、慣行区は手植えのため、試験区は乗用型、歩行型ともにカップに苗を投入する方式のため、植え付けミスによる欠株はなかった。

イ. 中間管理機については1回目の中耕時は株が小さいため葉を傷めることはなかった。

2回目の中耕時には株が条間を覆う時期でありカルチが葉を引っかけることもあったが葉が破損することはほぼなかった(観察)。

ウ. キャベツ収穫機による刈り残しや、球の破損などの欠損が生じることはなかった。

(4) 10aあたり収量について

慣行区は、球重が2.3kg/球で7.1t/10aであった。欠株や生育不良株による欠損率は7%であった。試験区は、球重は2.0kg/球であったが、移植以後続いた高温と9月の少雨による枯死および10月の多雨による裂球で欠損率が22%となり収量は5.2t/10aであった(表4)。

4. 主要成果の具体的データ

作業内容	内訳	使用機器	人員	作業時間
移植	穴開け	自作穴開け器	1	18分
	移植	手作業	2	3時間36分
			小計	3時間54分
中耕・追肥1	追肥	背負肥料散布器	1	12分
	中耕	条間作業機	1	15分
			小計	27分
中耕・追肥2	追肥	背負肥料散布器	1	20分
	中耕	条間作業機	1	15分
			小計	35分
除草	除草剤散布	農薬調製×2	1	10分
		背負動力噴霧機	1	30分
			小計	40分
収穫	刈り取り	手作業	3	5時間30分
	コンテナ詰め	手作業	2	4時間40分
	ほ場内運搬	軽トラック	1	30分
	集荷場搬送	軽トラック	1	5時間00分
			小計	15時間40分
総時間計				21時間16分
うち経営者時間				8時間28分

作業内容	内訳	使用機器	人員	作業時間
移植	移植	乗用型移植機	1	1時間28分
	苗補充		1	5分
			小計	1時間33分
中耕・追肥1	中耕追肥	乗用管理機	1	13分
		+肥料散布機 +カルチベーター、培土板		
			小計	13分
中耕・追肥2	中耕追肥	乗用管理機	1	19分
		+肥料散布機 +カルチベーター、培土板		
			小計	19分
収穫	刈り取り+コンテナ詰め	収穫機	4	9時間40分
	積み替え	トラクターリフト	1	1時間 9分
	集荷場搬送	軽トラック	3	5時間00分
			小計	15時間49分
総時間計				17時間54分
うち経営者時間				5時間39分

機械化	内訳	使用機器	人員	作業時間
移植	移植	歩行型移植機	1	1時間50分
	苗補充		1	14分
			小計	2時間04分

表3 経費の比較

(円/10a)

	慣行区			試験区	
	雇用労賃*	薬剤費	燃料費**	雇用労賃	燃料費
移植	1,636				235***
追肥中耕			78		152
除草		750	77		
収穫	9,999			11,135	2,975
計	11,635	750	155	11,135	3,362
総計			12,540		14,497

*雇用労賃は雇用時間に京都府最低賃金を乗じて算出した

**燃料費はカタログ値と作業時間から算出した

***歩行型移植機を使用した場合は196円

表4 収穫期調査

	葉身長 (cm)	葉身幅 (cm)	球重 (kg)	球高 (cm)	球径 (cm)	球緊度	欠損率 (%)	収量* (t/10a)
試験区	43.2	39.4	2.0	14.2	19.4	0.70	22	5.2
慣行区	39.9	37.5	2.3	14.3	20.7	0.73	7	7.1

*収量 = 球数/10a × (1 - 欠損率) × 球重

表5 機械化費用

機械	税込み価格 (千円)	減価償却費 (千円)
歩行型汎用野菜移植機	789	113
+かん水装置	145	21
歩行型汎用野菜移植機	1,287	184
+かん水装置	121	17
乗用管理機	2,860	409
+肥料散布機	449	6
+カルチベータ	264	38
キャベツ収穫機	11,660	1666

表6 経営収支試算

(円 売上高、変動費は1aあたり)

費目	摘要	乗用移植機使用		歩行型移植機使用		
		実証	仮説**	実証	仮説**	
売上高	収量 単価	520kg/a 50円/kg	26,000	26,000	26,000	26,000
生産費	変動費					
	種苗費 *	種子、培土	1,462	1,462	1,462	1,462
	肥料費 *		2,124	2,124	2,124	2,124
	農薬費 *		2,313	2,313	2,313	2,313
	光熱水費	燃料	436	432	436	432
		電気、水道	200	200	200	200
	諸材料費 *		297	297	297	297
	荷造り費 *	4.0円/kg	2,080	2,080	2,080	2,080
	運賃 *	7.1円/kg	3,692	3,692	3,692	3,692
	販売手数料 *	5.1円/kg	2,652	2,652	2,652	2,652
	支払い地代 *		750	750	750	750
	雇人費		1,114	1,114	784	784
	変動費 計		17,120	17,116	16,791	16,787
固定費	減価償却費		2,356,946	2,323,089	2,356,946	2,323,089
	修繕費		819,650	807,800	819,650	807,800
	固定費 計		3,176,596	3,130,889	3,176,596	3,130,889

* 京都府丹後農業改良普及センター作成の経営指標による。

** 収穫機の車速を実証の2倍を想定し、刈り取り+コンテナ詰め
の所要時間を2分の1とした。

表 7 機械化体系の損益分岐点分析

機械化体系		売上高*	生産費		損益分岐点 面積
			変動費	固定費	
		円/a	円/a	円	a
乗用移植機使用	実証	26,000	17,120	3,177,596	357.8
	仮説**	26,000	16,791	3,177,596	345.1
歩行型移植機使用	実証	26,000	17,116	3,131,889	352.5
	仮説**	26,000	16,787	3,131,889	333.9

* 売上高 520kg/a×50円/kg

** 収穫機の車速を実証の2倍を想定し、刈り取り+コンテナ詰め
の所要時間を2分の1とした。

5. 経営評価

- (1) 移植作業：乗用型移植機を利用した場合は慣行区に比べて2時間21分、歩行型移植機の場合は1時間50分の時間削減となり(表1、2)、いずれの場合も雇用労賃3,272円の削減が可能であった。ただし、試験区は乗用型を利用する場合は235円、歩行型の場合は196円の燃料費が発生する(表3)。
- (2) 中耕・追肥作業：肥料散布機とカルチベータを装備した乗用管理機利用により、慣行区に比べて2回の作業の合計で30分の短縮となった(表1、2)。さらに、試験区では薬剤による除草作業が不要となり、中耕管理で1時間10分の時間削減となった。燃料費は慣行区に比べて試験区で74円高くなったが、除草剤代の750円が削減できた(表3)。
- (3) 収穫作業：試験区の作業時間の合計はキャベツ収穫機の利用により慣行区の作業時間に比べて9分多くなった(表1、2)。これは試験区では機上の補助員を3人要しているため、のべ時間数が増えたこと、また、補助員が不慣れであることから収穫速度を最高速度の1/3程度に落として作業したことによるものである。仮に本試験の2倍の速度で走行した場合は、収穫作業時間の合計は10時間59分となり慣行区に比べて4時間41分の時間削減となる。運搬用軽トラックにかかる費用は両区同じであり、試験区は加えて燃料費2,975円が発生した(表3)。
- (4) 試験区が慣行区に比べて、作業時間総計で3時間22分の短縮、経費は1,957円の増加となった。
- (5) 各種機械類を導入するにあたり発生する費用は表5のとおりである。仮に乗用型移植機と乗用型管理機とキャベツ収穫機を一式購入した場合、購入金額は約1,664万円で、経費として年間約238万円の減価償却費が発生する。
- 今回の実証から試算し、機械化体系導入の損益分岐点は、乗用移植機使用で358a、歩行型移植機使用で352a。収穫機の車速が2倍となった場合の試算では、それぞれ345a、340aであった(表6、7)。

6. 利用機械評価

(1) 移植機について

供試した乗用型移植機、歩行型移植機ともにカップに苗を投入する方式であり、欠株を生じることがなく、植え付けの精度も高く植え直しの必要もなかった。また、傾斜地への適応も問題なかった。さらに、移植機にかん水装置を装着することで、高温期の苗の活着促進への効果が大きかった。

(2) 中間管理機について

供試した肥料散布機は車速連動型であり、走行速度の遅速に合わせて目標とする追肥量を均一に施用することができた。また、カルチベータ(レーキあり)と培土板を併用することによる除草効果は大きく、薬剤による除草作業の必要がなかった。

(3) 収穫機について

補助員の熟練度を考慮した場合、収穫機をさらに2~3倍にしての作業が可能であり、キャベツ栽培にかかる作業のうち、最も労働力を要する収穫作業を高い精度で行えるため導入効果が大きい。

7. 成果の普及

今後、本データを基に経営試算を作成し、部会等で活用する。また、本試験は機械実演会を兼ねていたことから、乗用型汎用移植機を購入する生産者が現れた。

8. 考察

(1) 開発農地の特性上、各種機械の傾斜地への適応も懸念材料の一つであったが、いずれの機械も高い精度で作業を進めることができ、開発農地への機械導入には場の傾斜が支障にならないことが明らかになった。

(2) 収穫出荷作業の時間のみの比較では、慣行と大差のない結果であった。これは収穫機の補助員が不慣れであることから走行速度を減速して実施したためであり、作業に熟練してくるにつれて大幅な時間短縮が期待できる。収穫速度が速くなると集荷場までの運搬車とのタイムラグが発生することが考えられるため、その場合は2tトラックにするなどの手立が必要である。

(3) 移植機の形式や収穫機の作業時間等の条件を変更しても、損益分岐点面積は3.4~3.6haの範囲で変化が少なかった。収穫機の減価償却費が大きいため、作業時間の増減による変動費の差や移植機の種類による減価償却費の差の影響が現れにくいためである。

今回の実証、実演により、経営規模拡大を指向する新規就農者には、移植機の購入や、乗用管理機へ興味を示す者もあったが、収穫機については価格が高額であり、個人経営体での導入は難しい状況である。機械化体系の導入に当たっては、収穫機の負担面積や所有形態を十分検討する必要がある、JA等が主体となった共同利用や、農業法人への導入を進めていくことが望ましい。

9. 問題点と次年度の計画

なし。

10. 参考写真



写真1 自作穴開け器



写真2 乗用型移植機による移植の様子



写真3 条間作業機による作業風景



写真4 施肥同時中耕の状況



写真5 軽トラを乗り入れ詰め込み作業



写真6 キャベツ収穫機の収穫状況