

委託試験成績（令和元年度）

担当機関名 部・室名	長崎県農林技術開発センター 農産園芸研究部門 野菜研究室		
実施期間	平成30年度～令和元年度、継続		
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立		
課題名	大型たまねぎ収穫機械化体系による省力化の実証		
目的	加工・業務用たまねぎを経営の柱とする上での課題は、確実な収量の確保と省力化による規模の拡大とコスト低減である。そこで、生産安定対策としてマルチ栽培を想定した生産体系について検討する。植付、中間管理などの省力・機械化体系については、別途・県単独事業で検討し、本試験では、収穫体系について、現在普及している2条処理の収穫機械体系（茎葉処理機+掘り取り機+ピッカー）を慣行体系として、経営規模3～5ha程度の中規模経営をターゲットとした4条処理の収穫機械体系（茎葉処理機+掘り取り機+ピッカー）について実証を行う。		
担当者名	主任研究員 北島有美子、主任研究員 柴田哲平		
1. 試験場所 長崎県諫早市諫早湾中央干拓地内現地圃場および農林技術開発センター圃場			
2. 試験方法 これまでの加工・業務用たまねぎは無マルチ栽培が主流であるが、生産安定に向けた適期定植や雑草対策、土壌水分の安定、肥効の安定等が期待されるマルチ栽培をベースとした体系の確立を図る。そこで今回、マルチ対応4条茎葉処理機等を用いた収穫機械化体系について試験を行った。現地圃場（諫早市諫早湾中央干拓地内）は、試験区で4条茎葉処理機（マルチキット装着、以下マルチ対応）を、対照区で2条茎葉処理機（マルチ対応）を用いて比較調査し、農林技術開発センター圃場は、試験区で4条茎葉処理機（マルチ対応）を、対照区で4条茎葉処理機（マルチ非対応）を用いて比較調査を行った。また、茎葉処理後の掘り取りおよび回収についても性能評価を行った。			
（1）実証機械一覧 現地圃場（諫早湾中央干拓地内）			
区	茎葉処理	掘り取り	回収
試験区	自走式茎葉処理機（HT40K） ：4条マルチ対応	トラクター装着型根	ピッカー（101T-WLC） 野菜作業台車1t
対照区	自走式茎葉処理機（HT20A） ：2条マルチ対応	切り機（KD-1100）	（NC20S, WT） +鉄コンテナ（1t）
農林技術開発センター			
区	茎葉処理	掘り取り	回収
試験区	自走式茎葉処理機（HT40K） ：4条マルチ対応	トラクター装着型根	ピッカー（101T-WLC） 野菜作業台車1t
対照区	自走式茎葉処理機（HT40K） ：4条	切り機（KD-1100）	（NC20S, WT） +鉄コンテナ（500kg）
（2）耕種概要 現地圃場（諫早湾中央干拓地内） 1）品種：ターザン			

- 2) 定植日：平成31年1月中旬
- 3) 収穫日：令和1年5月29日
- 4) 栽植様式：畦幅160cm、株間11cm、4条千鳥
- 5) 圃場条件：黒マルチ、畑地(灰色低地土)、畦立て長辺86m

農林技術開発センター

- 1) 品種：ターザン
- 2) 定植日：平成30年12月7日
- 3) 収穫日：令和1年5月30日
- 4) 栽植様式：畦幅160cm、株間11cm、4条千鳥
- 5) 圃場条件：黒マルチ、畑地(灰色低地土)、畦立て長辺30m

(3) 調査項目

- 1) 作業能率：茎葉処理、掘り取り、回収の作業速度および作業時間。
- 2) 作業精度：茎葉処理機の刈取高(首長)の精度は、茎葉処理前80株(40株×2反復)の葉長および茎葉処理後80株(40株×2反復)の葉長について調査した。ピッカーの収穫精度は、ピッカー処理後に残ったたまねぎの個数について調査した。ただし、現地圃場の対照区については茎葉処理後40株の葉長について調査した。
茎葉処理後のたまねぎ損傷発生程度。
- 3) 収穫物損傷程度：ピッカーで拾い上げ、リフトコンベアで鉄コンテナへ収容したたまねぎの損傷発生程度。
- 4) その他：土壌水分。

3. 試験結果

(1) 作業能率

1) 茎葉処理

4条茎葉処理(マルチ対応)の労働時間は、現地圃場および農林技術開発センターで1.9時間/10a、2条茎葉処理(マルチ対応)の労働時間は2.3時間/10a、4条茎葉処理(マルチ非対応)の労働時間は1.8時間/10aであった。現地圃場の葉詰まり除去等による調整時間を除く作業速度①は、4条茎葉処理が0.5km/時間と、2条茎葉処理より約0.1km/時間遅かった。4条茎葉処理は葉詰まり除去による調整が多かったため、葉詰まり除去等の調整時間を含めた作業速度②は、4条茎葉処理が0.4km/時間と、2条茎葉処理より約0.2km/時間遅かった。さらに、4条茎葉処理の1回当たりの巡回時間は、2条茎葉処理の約2.4倍となり、巡回に時間がかかった。作業人数は、すべての茎葉処理機でオペレーター(以下、OP)1人であった(表1、2)。

2) マルチ回収

農林技術開発センターでのマルチ回収(手作業)の労働時間は、16.9時間/10a、作業人数は2人であった(表2)。

3) 掘り取り

トラクター(YT357)に根切り機を装着し実施した。葉詰まり除去等による調整時間を除く作業速度①は、現地圃場で1.3km/時間、農林技術開発センターで0.9km/時間であった。葉詰まり除去等の時間を含めた労働時間は、現地圃場で1.4時間/10a、農林技術開発センター圃場で0.9時間/10aであった。作業人数は、ともにOP1人であった(表1、2)。トラクター装着型根切り機およびトラクターは同様のものを使用した。現地圃場の枕地が2mと農林技術開発センターより短く、巡回時間が長くなったため現地圃場の作業時間が長くなった。

4) 回収

ピッカー+野菜作業車の葉詰まり除去等による調整時間を除く作業速度①は、現地圃場

で0.6km/時間、農林技術開発センターで0.3 km/時間であった。労働時間は、現地圃場で1.9時間/10a、農林技術開発センター圃場で3.7時間/10aであった。作業人数はともに、基本的にピッカーOP1人、野菜作業車OP1人であり、リフトコンベアに上がった土塊を取り除く作業や、鉄コンテナ内のたまねぎを均衡にならず際に作業員1人が追加となり合計3人となった(表1、2)。

(2) 作業精度

1) 茎葉処理

4条茎葉処理(マルチ対応)について、現地圃場の茎葉処理後葉長の平均は13.0cm、農林技術開発センターの茎葉処理後葉長の平均は27.6cmであった。2条茎葉処理(マルチ対応)では、茎葉処理後葉長の平均は19.6cmであった。4条茎葉処理(マルチ非対応)では、茎葉処理後葉長の平均は19.2cmであった。茎葉処理率について、4条茎葉処理(マルチ対応)は現地圃場で86.3%、農林技術開発センター圃場で60.0%であった。2条茎葉処理(マルチ対応)は65.0%であった。4条茎葉処理(マルチ非対応)は76.3%であった。茎葉処理できた株の平均葉長について、4条茎葉処理(マルチ対応)は現地圃場で10.6cm農林技術開発センター圃場で14.5cm、2条茎葉処理(マルチ対応)は11.0cm、4条茎葉処理(マルチ非対応)で9.3cmであった(表3)。

茎葉処理後の損傷発生程度について、農林技術開発センターの4条茎葉処理(マルチ対応)が1.3%であった。その他の区では損傷はなかった(表3)。

2) ピッカー処理

Mサイズ規格(7~8cm)以上の現地圃場のピッカーのたまねぎ回収率は99.3%であり、農林技術開発センター圃場の回収率は99.8%であった(表3)。

(3) 収穫物損傷程度

ピッカーで拾い上げリフトコンベアで鉄コンテナへ収容したたまねぎにはほとんど損傷は見受けられなかった。

(4) その他

試験当日の現地圃場(マルチ)の土壌水分率は28.7%、農林技術開発センター圃場の土壌水分率は試験区(マルチ)で19.1%、対照区(無マルチ)で16.3%であった(表3)。

4. 主要成果の具体的データ

表1 現地圃場での各工程の作業人数、作業時間、作業速度および労働時間

作業名	作業人数 (人)	作業速度① (km/時間)	作業速度② (km/時間)	巡回時間 (秒/回)	作業時間 (時間/人)	労働時間 (時間/10a)
葉切処理 (マルチ対応)	4条茎葉処理 2条茎葉処理	1 1	0.5 0.6	0.4 0.6	104.0 43.0	1.9 2.3
掘り取り	1	1.3	1.2	196.0	1.4	1.4
回収	3	0.6	0.5	153.0	0.6	1.9

注1) 作業幅: 1.6m

2) 作業速度①は葉詰まり除去等の調整時間を含まない

3) 作業速度②は葉詰まり除去等の調整時間を含む

4) 巡回時間は1回当たりの時間

5) 労働時間(時間/10a) = 作業人員(人) × 作業時間(時間/人)

6) 掘り取り作業は試験区、対照区ともに同様のデータである

7) 10aの巡回回数を合わせるため、農林技術開発センターの畦の長さに調整して作業時間を計算した

表2 農林技術開発センターでの各工程の作業人数、作業時間、作業速度および労働時間

作業名	作業人数 (人)	作業速度① (km/時間)	作業速度② (km/時間)	作業時間 (時間/人)	労働時間 (時間/10a)
4条茎葉処理 (マルチ対応)	葉切処理 1	0.5	0.4	1.9	1.9
	マルチ回収 2	0.3	—	0.4	0.7
4条茎葉処理 (マルチ非対応)	葉切処理 1	0.4	0.4	1.8	1.8
	掘り取り 1	0.9	0.7	0.9	0.9
	回収 3	0.3	0.2	1.2	3.7

- 注1) 作業幅：1.6m
 2) 作業速度①は葉詰まり除去等の調整時間を含まない
 3) 作業速度②は葉詰まり除去等の調整時間も含む
 4) 労働時間 (時間/10a) = 作業人員(人) × 作業時間 (時間/人)
 5) 掘り取り作業は試験区、対照区ともに同様のデータである

表3 茎葉処理機とピッカーの作業精度および土壌水分率

	茎葉処理 前葉長 (cm)	茎葉処理 後葉長 (cm)	茎葉 処理率 (%)	茎葉処理 できた株の葉長 (cm)	茎葉処理後の 傷発生率 (%)	たまねぎ 回収率 (%)	土壌水分率 (%)
現地試験区 (4条茎葉処理マルチ)	76.1	13.0	86.3	10.6	0	99.3	28.7
現地対照区 (2条茎葉処理マルチ)	77.7	19.6	65.0	11.0	0		
センター試験区 (4条茎葉処理マルチ)	83.3	27.6	60.0	14.5	1.3	99.8	19.1
センター対照区 (4条茎葉処理無マルチ)	80.9	19.2	76.3	9.3	0		16.3

- 注1) 茎葉処理率は、調査株のうち茎葉の切り残しなかった株の割合
 2) たまねぎ回収率は、Mサイズ(7~8cm)以上のピッカーの回収率
 3) 土壌水分率は、収穫日に採取した土壌について調査した

5. 経営評価

農林技術開発センター4条茎葉処理(マルチ)を試験体系、現地2条茎葉処理(マルチ)の回収作業を手作業にした場合を慣行体系とし経営収支モデルを試算した結果、試験体系は70aから農業所得がプラスとなり、1haの所得は66万円となった。試験体系と慣行体系の農業所得は1.5haの経営規模で同等となり、1.6ha以上の経営規模で慣行体系を上回ることが明らかになった(表4、図1)。また、試算では2.6haからピッカー・野菜作業車が2台必要となった(データ略)。

表4 経営収支モデル

(金額：千円)

	試験体系 4条茎葉処理機(マルチ対応) +掘り取り機+ピッカー						慣行体系 2条茎葉処理(マルチ対応) +掘り取り機+手作業			
	10a	70a	1ha	1.5ha	1.6ha	2ha	10a	1.5ha	1.6ha	2ha
栽培面積										
販売額	320	2,240	3,200	4,800	5,120	6,400	320	4,800	5,120	6,400
固定費	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014	839	839	839	839
変動費	153	1,069	1,527	2,291	2,444	3,057	153	2,464	2,776	3,514
農業所得	-847	157	659	1,495	1,662	2,329	-672	1,497	1,505	2,047

※試験体系(4条茎葉処理機(マルチ対応)+掘り取り機+ピッカー(500kg鉄コンテナ))の回収は基本2人作業であったため作業人数を2名とし、慣行体系は2条茎葉処理機以外の行程の作業時間は長崎県農林業基準技術の体系を参考とし、試算した。

※県基準技術の月別限界労働力時間を参考に、家族労働力を2人とし、それ以上の時間を要する場合は臨時雇用(時給750円)とした。また、収穫作業については、諫早湾干拓営農技術対策指針の作業可能日数を参考とした。

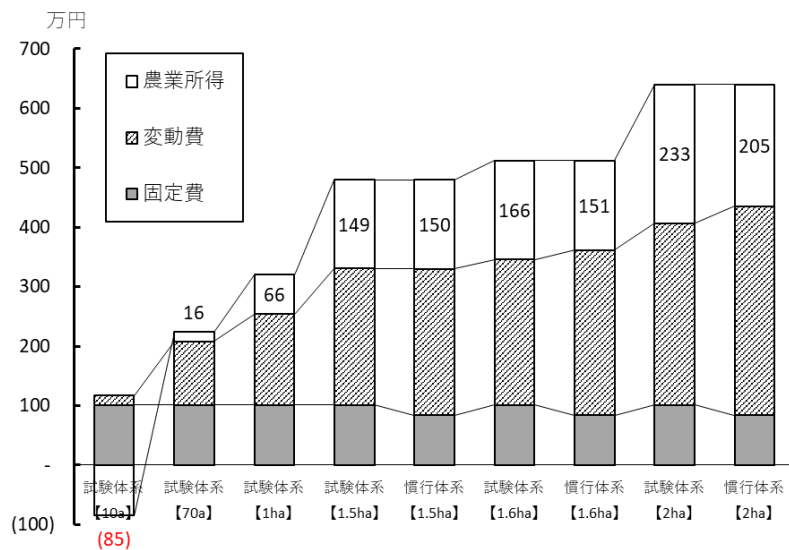


図1 試験体系（4条茎葉処理マルチ対応）の収支試算

※試験：4条茎葉処理機（マルチ対応）＋掘り取り機＋ピッカー（500kg鉄コンテナ）

※慣行：2条茎葉処理機（マルチ対応）＋掘り取り機＋手作業回収

※表3と同様の試算方法である

6. 試験機械の評価

4条茎葉処理機（マルチ対応）は、現地圃場の茎葉処理率が86.3%でほとんど処理されていたのに対し、農林技術開発センターの茎葉処理率は60%であった。これは、現地圃場の茎葉は適度に乾燥が進んでいたため、葉を起しやすかったと考えられる。また、4条茎葉処理機（マルチ非対応）は茎葉処理率が76.3%となり、同圃場のマルチ対応より処理率が高かった。これは、マルチ栽培では、マルチが絡まらないように調整位置が高くなり茎葉が思うように起こせなかったと考えられる。また、処理できた株については出荷規格（茎長10cm程度）に収まる程度であった。

ピッカーは、Mサイズ規格以上の拾上げロスが1%未満と少なかった。また、農林技術開発センター圃場のたまねぎは倒伏1週間程度でまだ茎葉が青々としており葉重がたまねぎ全重の17.4%であった。そのような条件では、茎葉処理後に機械から両側に排出された茎葉がデガーやピッカーに詰まり、支障をきたす場合があると考えられた。

農業者の評価は、4条茎葉処理（マルチ対応）は処理できた株が多く、収穫物にも傷はなかったが、マルチでは調整位置が高くなり茎葉が思うように起こせなかったとのことであった。これに対し、他社製の茎葉処理機（トラクター装着型、負圧と回転刃によるカット方式）は、乾燥が進んだ茎葉でも起こせるため作業精度や作業速度が優れているが、①トラクターが必要であること、②茎葉が若いうちは、葉汁が飛び散り、収穫物に付着し、市場評価を損なうこと、などの問題を指摘する農業者もあった。

茎葉処理精度は、たまねぎの生育ステージや、収穫時の乾燥状態が機械の能力に大きく影響するものと考えられ、本試験体系と前述の他社茎葉処理機との評価も様々であった。

7. 成果の普及

より省力で効率的な収穫機械化体系の導入により生産者の規模拡大を推進する。

8. 考察

茎葉処理は倒伏1週間程度の茎葉では茎葉処理後の作業に支障をきたしたので、収穫時期を遅らせるか処理した茎葉の排出方法を考える必要があると思われた。また、茎葉処理率が

向上すれば、さらに作業時間の短縮につながると考えられた。

試験体系（4条茎葉処理機（マルチ対応）+掘り取り機+ピッカー（500kg鉄コンテナ））は、慣行体系（2条茎葉処理機+掘り取り+手作業回収）より必要人員及び労働時間が大幅に削減され、労働生産性が向上することから、機械装備にかかるイニシャルコストが相殺され、収穫機械台数1台で農業所得が最も多くなる3ha～4haの経営面積での導入が有効と考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

平成30年度（平成30年5月収穫）の茎葉処理機は、茎葉の乾燥が進んでいる株ではベルトで茎葉を引き起こすことが難しく、うまく切断できなかった。一方、平成30年度試験（令和1年5月収穫）は、倒伏後1週間程度の茎葉ではまだ葉の水分含量が高く重たいため、うまく起こす事が出来ず、茎葉処理率（マルチ対応）が60%と低かったのに対し、倒伏後2週間程度の茎葉は適度に乾燥して軽いため葉をを起こしやすく、茎葉処理率（マルチ対応）が86.3%と高かった。このことから、収穫時期は倒伏後の期間や茎葉の乾燥状態など、極めてタイトな条件が求められると考えられる。

また、マルチキットについては、マルチの浮きを押さえるものであるが、固定金具であるため高さ調整が難しく、改良が必要と思われた。

ピッカーは、2カ年とも拾上げロスが少なく、土塊の拾上げも少なかったことから実用性が高いと思われる。

今後は、収穫時期や茎葉の排出方法等、普及実用化に向けた提言や取り組みを検討していきたい。

10. 参考写真

【現地圃場】



写真1 4条茎葉処理機（マルチ対応）



写真2 2条茎葉処理機（マルチ対応）



写真3 掘り取り機



写真4 ピッカー+野菜作業車+鉄コンテナ(1t)

【農林技術開発センター圃場】



写真5 4条茎葉処理機(マルチ対応)



写真6 4条茎葉処理機(マルチ非対応)



写真7 掘り取り機



写真8 ピッカー+野菜作業車+鉄コンテナ(500kg)



写真9 葉茎処理後の圃場(マルチ)



写真10 葉茎処理後の圃場(無マルチ)