

委託試験成績（令和6年度）

担当機関名 部・室名	兵庫県立農林水産技術総合センター 所長 塩谷 嘉宏																			
実施期間	令和6年度、新規																			
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	4条収穫機および根切機を用いたタマネギの省力・高品質生産技術の検討																			
目 的	兵庫県淡路地域は秋まきタマネギの大産地であるが、近年、経営規模拡大に伴う収穫作業の省力化が求められている。また、近年は暖冬傾向で生育が旺盛になり過ぎ、大玉化による品質低下も問題となっている。北海道などの春まき栽培では、早期収穫のための葉の老化促進や変形球および貯蔵腐敗の抑制を目的として根切り処理が行われているが、秋まき栽培では根切り処理の知見は少ない。そこで、4条収穫機による収穫作業の省力化ならびに球肥大抑制効果について実証する。																			
担当者名	淡路農業技術センター 農業部 主任研究員 北川 純子																			
1. 試験場所 兵庫県立農林水産技術総合センター 淡路農業技術センター内圃場																				
2. 試験方法																				
(1) 供試機械名																				
収 穫 対照区：タマネギ収穫機（HT20, ヤンマー(株)）（以下、2条収穫機）																				
試験区①～③：タマネギ茎葉処理機（HT40K, DIGA, ヤンマー(株)）（以下、4条収穫機）																				
根切り トラクター（YT232, ヤンマー(株)）、玉ねぎ根切機 B（PA039-1EHA, (株)キューホー）（以下、根切機）※																				
※タマネギ茎葉処理機（HT40K, ヤンマー(株)）、根切りキット（RCUT-KIT, HK40K, ヤンマー(株)）から変更																				
(2) 試験条件																				
ア. 圃場条件 細粒黄色土、埴壤土、排水良、牛糞堆肥 2t/10a 連用、前作：ブロッコリー																				
表1 作付前圃場の土壌化学性																				
<table><tr><th rowspan="2">pH (H₂O)</th><th rowspan="2">EC (mS/cm)</th><th rowspan="2">NO₃-N (mg/100g)</th><th rowspan="2">NH₄-N (mg/100g)</th><th rowspan="2">可給態 リン酸 (mg/100g)</th><th colspan="3">交換性塩基 (mg/100g)</th></tr><tr><th>CaO</th><th>MgO</th><th>K₂O</th></tr><tr><td>7.3</td><td>0.2</td><td>1.5</td><td>0.3</td><td>304</td><td>550</td><td>89</td><td>105</td></tr></table>		pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	NH ₄ -N (mg/100g)	可給態 リン酸 (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			CaO	MgO	K ₂ O	7.3	0.2	1.5	0.3	304	550	89	105
pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)						NO ₃ -N (mg/100g)	NH ₄ -N (mg/100g)	可給態 リン酸 (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)										
		CaO	MgO	K ₂ O																
7.3	0.2	1.5	0.3	304	550	89	105													
前作終了後（令和6年1月）に採取。可給態リン酸はトルオーグ法による。																				
イ. 栽培の概要																				
品 種 名 ‘もみじの輝’																				
播 種 令和5年10月5日（324穴セルトレイ、地床育苗）																				
定 植 令和6年2月9日（畝幅135cm、株間11cm、条間20-24-20cm、4条植え）																				
施 肥 基 肥（2月8日）：硫加磷安、N:P ₂ O ₅ :K ₂ O= 8.0:12.8:12.8（kg/10a）、全層施肥																				
追肥1（2月29日）：硝磷加安、N:P ₂ O ₅ :K ₂ O= 6.0:4.0:4.0（kg/10a）、条間施肥																				
追肥2（3月11日）：硝磷加安、N:P ₂ O ₅ :K ₂ O= 6.0:4.0:4.0（kg/10a）、条間施肥																				
合 計 N:P ₂ O ₅ :K ₂ O= 20.0:20.8:20.8（kg/10a）																				
防 除 地域の栽培暦に準じて実施																				
収 穫 6月5日																				
貯蔵方法 2日間の天日乾燥後、20kg入ポリコンテナに収納し、軒下で7月25日まで乾燥貯蔵																				
ウ. 試験内容																				
処理区分 対 照 区：6月5日に2条収穫機で収穫																				
試験区①：6月5日に4条収穫機で収穫																				
試験区②：5月15日（収穫21日前）に根切り処理、6月5日に4条収穫機で収穫																				
試験区③：5月22日（収穫14日前）に根切り処理、6月5日に4条収穫機で収穫																				
規 模 1区70㎡、3反復																				
調査項目 作業能率および精度（作業速度、作業時間、根長、受傷程度）																				
収量性、貯蔵性（球重、規格別球率、病害・生理障害等発生率）																				
その他（葉鞘水分率）																				

3. 試験結果

栽培期間中の気温は、年内は平年並みで推移し、年明け以降は3月前半を除いて平年並みか高く推移した（図1）。降水量は10～1月にかけて少ない傾向であったが、2月以降はまとまった降雨が定期的に見られた。生育状況は、定植時期が当初予定よりも2週間程度遅れたため平年よりもやや小玉となった。産地全体においても、3月前半の低温により茎葉の生長がやや緩慢となり、大玉化する圃場は少ない傾向であった。

（1）4条収穫機による収穫作業の省力化の実証

10aあたりの作業時間は、試験区①1.7時間となり、対照区2.5時間よりも約31%短縮した（表2）。損傷球は試験区①で0.3%発生し、全て剪葉部分での受傷であった（データ略）。なお、いずれの区も葉鞘長は10cm程度に設定したが、畝の天面や排水溝に高低があったため、試験区①では葉鞘長にばらつきが多く見られた（データ無し）。また、今回は2条全自動移植機で定植したが、条間が引起しユニットの幅と合わない箇所では葉の引起しができず、一部茎葉が残ったままでの掘り取りとなった。

収穫時の健全球率は、両区ともに98%となり良好であった（表3）。換算収量は、試験区①5.9t/10a、対照区6.1t/10aとなり同等であった。貯蔵後の健全球率は、試験区①82%、対照区87%となり、貯蔵性についても両区で差は無かった（表4）。

収穫時から収穫7日後までの葉鞘水分率は、試験区①では87.8%から59.3%に、対照区では後86.2%から53.8%に推移し、期間を通じて試験区①がやや高い傾向であったが、両区間に差は無かった（表5）。

（2）根切り処理による球肥大抑制効果の検討

根切り処理の作業時間は0.8時間/10aであった（表6）。畝の天面から回転棒までの深さを11.6cmとしたところ（根切機のタイヤ高さ：15段階中6）、損傷球の発生は無かった（データ略）。なお、当初計画では、タマネギ茎葉処理機（HT40K、ヤマー（株））および根切りキット（RCUT-KIT、HK40K、ヤマー（株））を使用予定であったが、茎葉処理を行わずに根切りのみを行った場合、根切刃と本体の接続部分が茎葉に干渉したためトラクター装着型の根切機に変更した。本来の仕様通り茎葉処理と根切りを同時に行った場合は、問題なく作業可能であった（データ略）。

収穫21日前から収穫時までの球重は、試験区②で136gから190gに、試験区①127gから224gにそれぞれ推移したことから、収穫21日前に根切り処理を行うことで収穫時球重が21%減少すると試算された（表7）。同様に、収穫14日前から収穫時までの球重は、試験区③で186gから219gに、試験区①で159gから224gに推移したため、収穫14日前の根切り処理によって収穫時球重が16%減少すると試算された（表8）。

収穫時の健全球率は、試験区①98%、試験区②97%、試験区③98%となりいずれも良好であった。貯蔵後の健全球率は、試験区①82%、試験区②96%、試験区③96%となり、試験区①で肩落ちの発生が多く、黒かび病についても多い傾向であった（表9）。

根切時の葉鞘水分率については各区に差は無かった（表10）。収穫時から収穫7日後の葉鞘水分率は、試験区①では87.8%から59.3%に、試験区②では81.2%から54.7%に、試験区③では78.4%から49.5%にそれぞれ推移した。試験区③は期間を通じて試験区①よりも葉鞘水分率が低く、試験区②についても試験区①よりも低い傾向であったことから、根切り処理によって収穫期以降の葉鞘部の乾燥が促進されることが分かった。根切時および収穫時の根長、根数に差は無かった（表11）。

4. 主要成果の具体的データ

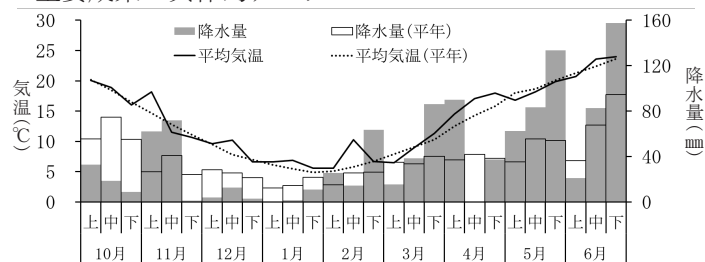


図1 生育期間中の気象推移（洲本アメダス）

(1) 4条収穫機による収穫作業の省力化の実証

表2 作業時間

処理区	作業人数	作業速度 ^z (m/s)	巡回時間 (s/回)	作業時間 (h/10a)
対照区	1	0.18	50.5	2.5
試験区①	1	0.13	69.1	1.7

^z長辺 51.6m, 短辺 21.6m, 巡回幅 3.9m の圃場における試算。

表3 収量および生理障害・病害等発生球率

処理区	健全球率 (%)	平均球重 (g)	不良球発生球率(%) ^z			規格別割合(%)						換算 ^z 収量 (t/10a)
			抽苔	細菌性病害	欠株	2L	L	M	S	2S	規格外	
対照区	98	232	0	0	1	1	40	50	7	0	1	6.1
試験区①	98	224	0	2	0	0	40	48	11	1	0	5.9

^z平均球重*健全球率*26,900 株。

^yt 検定により 5%水準で有意差なし。

表4 短期貯蔵後の生理障害・病害等発生球率

処理区	健全球率 (%)	不良球発生球率(%) ^z				
		肩落ち	りん片腐敗	肌腐り	黒かび病	灰色腐敗病
対照区	87	2	3	0	8	0
試験区①	82	4	4	0	10	0

^z複合症状を呈した場合、症状別に集計したため、健全球および不良球発生球率の合計は 100%とならない。

^yアークサイン変換後, t 検定により 5%水準で有意差なし。

表5 収穫時から収穫7日後の葉鞘水分率

処理区	葉鞘水分率(%)			
	収穫時	収穫3日後	収穫5日後	収穫7日後
対照区	86.2	75.0	63.7	53.8
試験区①	87.8	77.3	67.4	59.3

^zアークサイン変換後, t 検定により 5%水準で有意差なし。

(2) 根切り処理による球肥大抑制効果の検討

表6 作業時間

処理区	作業人数	作業速度 ^z (m/s)	巡回時間 (s/回)	作業時間 (h/10a)
試験区③	1	0.34	62.9	0.8

^z長辺 51.6m, 短辺 21.6m, 巡回幅 3.9m の圃場における試算。

表7 収穫21日前および収穫時の収量、生理障害・病害等発生球率

調査時期	処理区	健全球率 (%)	平均球重 (g)	球重減少率 ^z (%)	不良球発生球率(%)			規格別割合(%)						換算 ^y 収量 (t/10a)
					抽苔	細菌性病害	欠株	2L	L	M	S	2S	規格外	
根切時	試験区①	97	127	—	1	2	0	0	0	13	62	23	2	3.3
(5/15)	試験区②	98	136	* ^x	1	1	0	0	0	19	63	16	1	3.6
収穫時	試験区①	98	224	—	0	2	0	0	40	48	11	1	0	5.9
(6/5)	試験区②	97	190	**	0	1	1	0	21	53	23	2	1	5.0

^z {1- (試験区②の収穫時球重÷根切時球重) ÷ (試験区①の収穫時球重÷根切時球重)} *100。

^y平均球重*健全球率*26,900 株。

^xt 検定により*,**はそれぞれ 5%, 1%水準で有意差あり。

表8 収穫14日前および収穫時の収量、生理障害・病害等発生球率

調査時期	処理区	健全球率 (%)	平均球重 (g)	球重減少率 ^z (%)	不良球発生球率(%)			規格別割合(%)						換算 ^y 収量 (t/10a)
					抽苔	細菌性病害	欠株	2L	L	M	S	2S	規格外	
根切時	試験区①	96	159	—	1	1	2	0	5	36	51	8	1	4.1
(5/22)	試験区③	95	186	* ^x	1	3	1	0	11	63	23	2	0	4.8
収穫時	試験区①	98	224	—	0	2	0	0	40	48	11	1	0	5.9
(6/5)	試験区③	98	219	16	0	1	2	0	36	54	10	0	0	5.8

^z {1- (試験区③の収穫時球重÷根切時球重) ÷ (試験区①の収穫時球重÷根切時球重)} *100。

^y平均球重*健全球率*26,900 株。

^xt 検定により*は 5%水準で有意差あり, ns は有意差なし。

表9 短期貯蔵後の生理障害・病害等発生球率

処理区	健全球率 (%)	不良球発生球率 (%) ^z				
		肩落ち	りん片腐敗	肌腐り	黒かび病	灰色腐敗病
試験区①	82	4 a ^y	4	0	10	0
試験区②	96	0 b	3 ns	0	0 ns	0
試験区③	96	0 b	4	0	0	0

^z 複合症状を呈した場合、症状別に集計したため、健全球および不良球発生球率の合計は100%とならない。

^y 異なる文字間にはアークサイン変換後、Tukey-Kramer の多重検定により 5%水準で有意差あり、ns は有意差なし。

表10 根切時から収穫7日後の葉鞘水分率

処理区	葉鞘水分率 (%)					
	根切時 (5/15)	根切時 (5/22)	収穫時	収穫 3日後	収穫 5日後	収穫 7日後
試験区①	92.4	92.2	87.8 a ^y	77.3 a	67.4 a	59.3 a
試験区②	92.3 ns ^z	— ns ^z	81.2 b	68.8 ab	58.2 ab	54.7 ab
試験区③	—	92.2	78.4 b	66.5 b	55.6 b	49.5 b

^z アークサイン変換後、t 検定により 5%水準で有意差なし。

^y 異なる文字間にはアークサイン変換後、Tukey-Kramer の多重検定により 5%水準で有意差あり。

表11 根切時および収穫時の根数、根長

処理区	根切時		収穫時	
	根数	根長 (mm)	根数	根長 (mm)
試験区①	—	—	40.0	46.5
試験区②	40.3	63.5 ns ^z	35.9 ns ^y	45.0 ns ^y
試験区③	42.4 ns ^z	72.9 ns ^z	37.3	50.8

^z t 検定により 5%水準で有意差なし。

^y Tukey-Kramer の多重検定により 5%水準で有意差なし。

5. 経営評価

ア. 4条収穫機：作業時間が31%短縮することにより、中晩生品種の収穫適期（6/1～6/15）における作業可能面積は、2条収穫機1.8haに対し、4条収穫機では2.6haに拡大可能と試算された（表12）。また、労働費は2条収穫機4,960円/10aに対し、4条収穫機では3,440円/10aにやや低減した（表13）。その他、4条収穫機では走行距離の短縮による作業者の負担軽減効果が期待できる。一方で、減価償却費は2条収穫機220,766円に対し、4条収穫機では578,286円となり、栽培面積10a～6.0haの範囲で試算したところ、減価償却費の増加分は相殺できず、機械費の増加が課題と考えられた。

イ. 根切機：中晩生品種の収穫2週間前に根切り処理を行う場合、適期作業期間（5/18～6/1）における作業可能面積は7.3haと試算された。労働費は1,616円/10a、減価償却費は199,714円であった。乗用のため作業者の負担は比較的少ないが、慣行の収穫体系から作業工程や機械装備が増えるため、処理のメリットが無ければ導入は進まないと考えられる。本試験では、根切り処理によって短期貯蔵後の健全球率が向上したことから、健全球率が85%から95%に向上すると仮定した場合、稼働面積0.4ha以上で労働費や減価償却費の増加分が相殺され、収益が上回ると試算された（データ省略）。

表12 作業可能面積の試算

作業内容	圃場作業量 ^z (ha/h)	1日の作業時間 (h)	実作業率 ^y (%)	実作業時間 (h)	1日の作業可能面積 (ha)	適期作業期間	作業日数	作業可能日数率 ^x (%)	作業可能日数	作業可能面積 (ha)
2条収穫	0.04	8	60	5	0.19	6/1～6/15	15	63	9.5	1.8
4条収穫	0.06	8	60	5	0.28	6/1～6/15	15	63	9.5	2.6
						5/18～5/31	14	71	9.9	6.9
根切り	0.12	8	70	6	0.69	6/1	1	63	0.6	0.4
計							15	—	10.5	7.3

^z 圃場作業量は実数とした。

^{y,x} 実作業率、作業可能日数率は「兵庫県農業機械導入ガイドライン」を参考にした。

表 13 経営収支

費用 ²	項目	2条収穫	4条収穫	根切り
変動費	作業時間(h) ³	2.48	1.72	0.81
(10aあたり)	時間単価(円) ⁴	2,000	2,000	2,000
	労働費(円)	4,960	3,440	1,616
固定費	機械費(円) ⁵	220,786	578,286	199,714

² 収穫方法の違いにより金額が変わる費用（労働費、機械費）のみを示す。

³ 作業時間は実数とした。

⁴ 時間単価は地域の標準的な単価とした。

⁵ 機械費は、機械の取得費を2条収穫機1,545,500円、4条収穫機4,048,000円、根切機1,100,000円、根切機用トラクタ（負担率10%）2,980,000円（すべて税込）、耐用年数7年とした場合の年あたりの減価償却費とした。

6. 利用機械評価

ア. 4条収穫機：作業時間の短縮により、経営面積の拡大や労働費の低減、作業者の負担軽減につながった。今回は低速走行での実証であったため、高速走行ではさらなる作業時間の短縮が可能と考えられた。収穫時に損傷球が0.3%発生したが大きな影響はないと考えられ、短期貯蔵後の健全球率にも差はなかった。一方で、条間が合わない、または畝の天面や排水溝に高低がある場合、収穫時の葉鞘長のばらつきが大きくなり、茎葉が長く残った箇所では手作業による茎葉処理が増える点が問題であった。このため、4条移植機を用いた定植により条間を一定にするとともに、大雨後の排水溝の整備等を行い、葉鞘長のばらつきを抑えることが望ましい。

イ. 根切機：作業時間は0.8時間/10aと比較的短時間で、速度の調節および作業の習熟によりさらなる時間短縮が可能と考えられた。処理時の損傷球の発生はなかった。本試験では収穫21日前の処理により収穫時球重が21%、14日前の処理によって16%それぞれ減少すると試算された。また、貯蔵後の肩落ち等の発生率が低下し、健全球率が10%以上向上することが分かった。このため、8～10t/10a程度の収量が予想される圃場において、球肥大抑制および貯蔵性向上のための技術として活用できる可能性があった。

7. 成果の普及

令和6年度淡路農業技術センター試験研究成果発表会において生産者および普及指導員、JA営農指導員等に情報提供（令和6年11月20日）

8. 考察

4条収穫機については作業時間が31%短縮し、経営面積の拡大や労働費の低減、作業者の負担軽減につながった。機械費は増加するが、中晩生品種における適期作業可能面積が2.6haに拡大するため有用である。収穫時および貯蔵後の品質に差はなかったが、4条収穫機では、葉鞘長のばらつきを抑えるための栽培管理（4条移植機による定植や大雨後の排水溝の整備等）を行うことが望ましいと考えられた。

根切機については、収穫2～3週間前の処理によって収穫時の球重が16～21%低下したため、処理によって根からの吸水が抑制され、過剰な球肥大が抑えられたと考えられた。また、根切り処理によって収穫期以降の葉鞘水分率が低く推移したとともに、貯蔵後の肩落ちや黒かび病の発生が減少した。これらのことから、地上部の乾燥が進んだ状態で収穫することにより収穫後の乾燥が促進され、品質向上につながったと考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

4条収穫機については葉鞘長のばらつきを抑えるための圃場管理が必要と考えられた。また、今回は晩生品種で検討したが、早生、中生品種など異なる品種、作型での適応性を確認し、機械の利用期間を拡大することが望ましい。

根切機については、球肥大抑制および貯蔵性向上効果が見られたが、単年の結果であるため、処理時期を細分化して今後も引き続き検討したい。また、今回は無処理においても収量が6t/10a程度と小玉傾向であったため、今後はより大玉栽培を行った上で検討できるように定植時期を設定する。さらに、異なる貯蔵体系での品質向上効果を確認するため、地域で導入が進められている500kg入り鉄コンテナによる貯蔵後の品質についても確認したい。

10. 参考写真



▲写真1 4条収穫機による収穫 (6月5日)



▲写真2 根切り処理 (5月22日)



▲写真3 対照区 (6月7日)



▲写真4 試験区① (6月7日)



▲写真5 試験区② (6月7日)



▲写真6 試験区③ (6月7日)



▲写真7 4条収穫機による損傷 (6月5日)



▲写真8 貯蔵後の肩落ち症状 (7月25日)