

委託試験成績（平成28年度）

担当機関名 部・室名	長野県野菜花き試験場 野菜部・環境部																																					
実施期間	平成28年度（計画：平成26年度～28年度）																																					
大課題名	IV 環境保全を配慮した生産技術の評価・確立																																					
課題名	加工・業務用キャベツ栽培における減肥栽培技術の検討と定植および収穫機械体系の評価																																					
目的	加工・業務用キャベツの需要が拡大しており、より低コスト、省力な栽培技術が求められている。キャベツは施肥による増収効果が大きいいため、多肥による肥料残留を招きやすい品目であり、後作では残留肥料により水稻などの倒伏等が助長され減収になる要因ともなっている。畑作および転作田における減肥栽培技術を検討するとともに、低コスト省力栽培に有効と考えられる機械化体系によるコスト、作業効率、省力性を検証する。																																					
担当者名	野菜部 主任研究員 鈴木 尚俊 環境部 主任研究員 出澤 文武																																					
1. 試験場所：	（場内）長野県野菜花き試験場（長野県塩尻市宗賀）場内ほ場（標高750m） （現地）長野県伊那市富県 現地圃場（標高700m）																																					
2. 試験方法	<p>前年度までの加工・業務用キャベツ栽培における減肥栽培技術の検討では30%減肥まで行くと収量が不安定となるものの、うね立てから収穫までの機械体系はスムーズな作業ができ、作業効率も高かったことを踏まえ、本年度は栽培試験について検証するとともに、機械体系については搬出までを含め評価する。</p> <p>【試験1】加工・業務用キャベツの減肥生産技術</p> <p>（1）供試機械名 2畦整形ロータリ同時畦内施肥機：RC2U+サンソワーSG、移植機：（場内）PW10、（現地）PW20、中耕除草機：MD20+S3カルチセット5条MD、キャベツ収穫機：HC141、リヤリフト：RL501</p> <p>（2）試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 土質（場内）：表層腐植質黒ボク土（現地）：灰色低地土</p> <p>イ. 栽培の概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th colspan="2">場内（夏どり作型）</th> <th colspan="2">現地（秋どり作型）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>品種</td> <td colspan="2">青琳（サカタのタネ）</td> <td colspan="2">YR晴信（雪印種苗）</td> </tr> <tr> <td>播種 育苗</td> <td>4/25</td> <td>200穴セルトレイ培土：培 養土：与作N-25</td> <td>6/29</td> <td>200穴セルトレイ現地慣行</td> </tr> <tr> <td>施肥・ うね立て</td> <td>5/26</td> <td>全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)</td> <td>7/29</td> <td>全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)</td> </tr> <tr> <td>定植</td> <td>5/27</td> <td>5,556株/10a（うね間60cm ×株間30cm）</td> <td>7/29</td> <td>4,762株/10a（うね間60cm ×株間35cm）</td> </tr> <tr> <td>中耕除草</td> <td>6/28</td> <td>中耕除草機による</td> <td>適宜</td> <td>慣行（除草剤散布等）</td> </tr> <tr> <td>収穫</td> <td>8/2</td> <td>生育調査のみ</td> <td>10/14</td> <td>収穫機による</td> </tr> </tbody> </table> <p>ウ. 試験区構成 ①30%減肥 粒状肥料うね内施肥（2畦整形ロータリ+施肥機） ②20%減肥 粒状肥料うね内施肥（①に同じ） ③全面全層施肥 慣行区（N25kg/10a）（施肥人力、①同機械で畦整形） ④無施肥（ただし場内は春先に全区堆肥を散布）</p>			項目	場内（夏どり作型）		現地（秋どり作型）		品種	青琳（サカタのタネ）		YR晴信（雪印種苗）		播種 育苗	4/25	200穴セルトレイ培土：培 養土：与作N-25	6/29	200穴セルトレイ現地慣行	施肥・ うね立て	5/26	全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)	7/29	全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)	定植	5/27	5,556株/10a（うね間60cm ×株間30cm）	7/29	4,762株/10a（うね間60cm ×株間35cm）	中耕除草	6/28	中耕除草機による	適宜	慣行（除草剤散布等）	収穫	8/2	生育調査のみ	10/14	収穫機による
項目	場内（夏どり作型）		現地（秋どり作型）																																			
品種	青琳（サカタのタネ）		YR晴信（雪印種苗）																																			
播種 育苗	4/25	200穴セルトレイ培土：培 養土：与作N-25	6/29	200穴セルトレイ現地慣行																																		
施肥・ うね立て	5/26	全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)	7/29	全量基肥施用 BB-N552(N:P:K=15:15:12)																																		
定植	5/27	5,556株/10a（うね間60cm ×株間30cm）	7/29	4,762株/10a（うね間60cm ×株間35cm）																																		
中耕除草	6/28	中耕除草機による	適宜	慣行（除草剤散布等）																																		
収穫	8/2	生育調査のみ	10/14	収穫機による																																		

エ. 区制 場内：1区面積①②48㎡(2.4×20m)、③43㎡(2.4×18m)、④4.8㎡(2.4×2m)無反復
現地：1区面積①②160㎡(2.4×67m)、③74㎡(1.2×62m)、⑤4.8㎡(1.2×5m)無反復

【試験2】加工・業務用キャベツの機械化一貫体系に適した品種検索

(1) 供試機械名 うね立て：2畦整形ロータリRC2U、移植機：PW10、キャベツ収穫機：HC141

(2) 試験条件

ア. 圃場条件 土質 表層腐植質黒ボク土

イ. 栽培の概要 は種：4/28、育苗：200穴セルトレイ・黒(培土 与作@N-25)、
定植：5/26、全量基肥：BB-N552(15:15:12) N 25kg/10a、収穫：8/4

ウ. 試験区構成 供試品種：青琳(サカタのタネ)、信州868(トーホク)、YR晴信(雪印種苗)、
彩里(タキイ種苗)、若峰(タキイ種苗)、タマリンド(ベジヨー・ジャパン)

エ. 区制 1区36㎡(1.8×20m) 無反復

【試験3】機械体系の検証

(1) 供試機械名 試験1、試験2における使用機械

(2) 試験条件 作業速度、作業時間追跡調査による

3. 試験結果

【試験1】

(1) 場内試験における夏どり作型での減肥栽培試験の結果、調整重は慣行の全面全層施肥区に比べてうね内施肥減肥区でやや劣ったものの、30%減肥でも95%程度と極端な減収にはならなかった(表1)。

(2) 現地水田転作田における秋どり作型では、施肥機が設定どおり作動せず、試験設計どおりの減肥ができなかった。この原因は不明であった。減肥18%は慣行区同等以上の調整重が得られたが、減肥37%区は慣行区に比べて調整重が85%と劣った(表2)。

【試験2】

(1) 機械収穫に供試した品種の性状は表3の通りであった。収穫機手配の都合により、適期よりやや早い収穫であった。機械収穫に影響すると思われる偏平率は概ね0.7前後であった。

(2) キャベツ収穫機の作業はほぼ順調に収穫できた。

(3) 作業精度の調査では、加工・業務向け出荷基準が統一されていない現状から、市場出荷向けの収穫精度をあてはめたため、全体的に深切りが多くなる結果となったが、深切りの程度はいずれも小さく、加工・業務向けではほぼ問題のないレベルであった。

(4) 収穫機精度では「青琳」「YR晴信」の出荷可能球率が高かった(表4)。

【試験3】

(1) 2畦整形ロータリ同時畦内施肥機の利用により慣行の定植前碎土耕起、施肥作業の作業行程を省くことができ、高能率で作業できた。

(2) 定植機は乗用2条植え機の方が作業速度が速く、歩行型1条植え機の2倍以上の作業能率があった(表5)。移植作業の精度はほぼ問題なく作業できた。

(3) 乗用管理機による中耕除草は、作業幅が大きく作業速度も速かったため短時間で作業できた。ただし、今回の試験では機械手配の都合で作業が降雨後になり適期に作業ができなかったため、作業精度については評価できなかった。

(4) キャベツ収穫機による作業は実質10aあたり約5時間と高能率であった。ただし、収穫を一方方向で作ったため、後進のが15.9%を占めた(表6)。

(5) キャベツ収穫機の延べ作業時間は人力作業との比較で約7割であった。ただし、後進時に

はオペレータ以外の5人が待機時間となった(表7)。

(6) 各試験で計測した作業速度、作業時間及び観察による知見を元に、より効果的な作業を行うと仮定して機械体系の延べ作業時間を試算したところ、慣行作業体系との比較では66.8%と試算された(表8)。

4. 主要成果の具体的データ

表1 減肥試験(場内)

試験区	全重 (g)	外葉数 * (枚)	外葉長 (cm)	調整重 (g)	左C.V.	球径 (cm)	球高 (cm)	扁平 率	球 緊度
うね内施肥30%減肥区	2,655 ^a	12.6	33.2	1,673	0.17	18.0	12.5	0.70	0.79
うね内施肥20%減肥区	2,712 ^a	11.5	33.0	1,690	0.14	18.4	12.3	0.67	0.78
無施肥区	1,590 ^b	14.8	29.3	902	0.11	16.5	10.3	0.63	0.62
全面全層施肥区(慣行)	2,848 ^a	12.6	35.0	1,751	0.16	18.6	12.8	0.69	0.76

*Tukey-Kramer法による多重比較検定の結果異符号間で5%水準の有意差あり

試験場所:長野県野菜花き試験場品種:青琳、播種:4/25、育苗:200穴セルトレイ、培養土:与作N-25、施肥うね立て:全量基肥施用、標準施肥量:N:P₂O₅:K₂O=25:25:20kg/10a、定植:5/27、栽植密度:5,556株/10a(うね間60cm×株間30cm)、収穫調査:8/8

表2 減肥試験(現地試験)

試験区	全重 (g)	調整重 (g)	左C.V.	球径 (cm)	球高 (cm)	扁平 率	球 緊度
うね内施肥37%減肥区	2,355 ^a	1,351	0.07	19.0	13.7	0.72	0.52
うね内施肥18%減肥区	2,951 ^b	1,789	0.12	21.0	14.7	0.70	0.53
無施肥区	1,352 ^c	-	-	-	-	-	-
全面全層施肥区(慣行)	2,779 ^{ab}	1,617	0.09	21.0	14.3	0.68	0.49

*Tukey-Kramer法による多重比較検定の結果異符号間で5%水準の有意差あり

試験場所:長野県伊那市富県、品種:YR晴信、播種:6/29、育苗:200穴セルトレイ、施肥うね立て:7/29全量基肥施用、標準施肥量:N:P₂O₅:K₂O=25:25:20kg/10a、定植:7/29、栽植密度:4,762株/10a(うね間60cm×株間35cm)、収穫調査:10/14

表3 場内試験の供試品種の性状

品種	全重 (g)	調整重 (g)	左C.V.	球径 (cm)	球高 (cm)	扁平 率	球 緊度
青琳	1,976	1,048	0.18	16.3	11.4	0.70	0.67
YR晴信	2,272	1,125	0.32	16.3	11.2	0.69	0.70
タマリンド	1,893	878	0.42	15.2	11.2	0.75	0.62
彩里	2,382	1,377	0.22	17.5	11.4	0.65	0.74
信州868	2,550	1,461	0.22	18.0	12.1	0.67	0.70
若峰	2,373	1,179	0.17	16.3	10.9	0.67	0.79

試験場所:長野県野菜花き試験場品種:青琳、播種:4/25、育苗:200穴セルトレイ、培養土:与作N-25、施肥うね立て:全量基肥施用、標準施肥量:N:P₂O₅:K₂O=25:25:20kg/10a、定植:5/27、栽植密度:5,556株/10a(うね間60cm×株間30cm)、収穫調査:8/1

表4 キャベツ収穫機の品種別切断精度

品種	出荷可能球(%)			計	格外(%)	
	内訳		計		深切	小球
	適切	浅切 (左の外葉数)				
青琳	29	62	1.8	91	9	0
YR晴信	35	53	1.3	88	5	7
タマリンド	20	50	1.5	70	22	8
彩里	52	14	0.4	66	29	5
信州868	37	28	1.2	65	34	1
若峰	15	46	2.1	61	29	10

試験場所:長野県野菜花き試験場、収穫日8/2、調査基準:市場出荷用基準による

表5 供試機械の作業能率

供試機械	作業速度 (m/s)	作業幅 (m)	理論圃場作業量 (h/10a)	圃場作業量 ¹⁾ (h/10a)
2畦整形ロータリ同時局所施肥 ²⁾	0.41	1.2	0.57	0.71
移植機(歩行型1条) ³⁾	0.29	0.6	1.57	1.96
移植機(乗用型2条) ⁴⁾	0.43	1.2	0.53	0.67
乗用管理機 ⁵⁾	0.73	3.0	0.13	0.16

作業人員1名 1)有効作業効率80%で試算、2)RC2U+サンソー-SG、3)PW10、4)PW20、5)MD20+S3カルチセット5条MD

表6 キャベツ収穫機作業能率(現地試験)

作業速度 (m/s)	機械作業能率 (h/10a)	左の内訳				有効作業効率 (%)
		作業効率 (%)	後進 (%)	旋回 (%)	積み込み (%)	
0.125	5.0	58.4	15.9	10.8	14.8	73.7

収穫作業の組み作業人員6名(オペレータ1、調整3、詰め2)

積み込み作業人員2名(オペレータ1、軽トラック1)

作業面積241㎡(67m×3.6m)で計測

表7 キャベツ収穫作業の能率

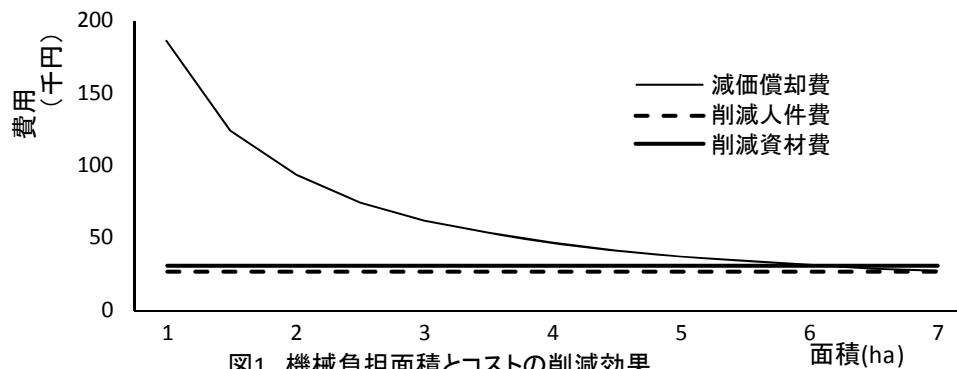
作業方法	延べ作業	左の内訳			
	能率 (h/人10a)	切断 (%)	箱詰め (%)	搬出 (%)	移動他 (%)
キャベツ収穫機(HC141)	27.2	58.4	14.8	26.7	
人力作業 ¹⁾	37.8	55.8	29.3	8.9	6.0

1)組み作業人員2名、作業面積24㎡(20m×1.2m)で計測

表8 キャベツ機械体系の作業時間の試算

作業	慣行 ¹⁾ (h)	機械化体系 (h)	備考
育苗	10.4	10.4	
施肥・耕起・うね立て	8.0	3.4	慣行時間の1/3に畦成型施肥作業を付加し試算
定植	2.4	0.7	2条植え定植機
管理	8.2	0.3	乗用管理機による除草作業2回で試算
病虫害防除	14.7	14.7	
収穫調整	30.0	22.4	収穫機(回り作業)+リアリフト使用で試算
出荷	5.0		
後片付け	2.0	2.0	
合計	80.7	53.9 (慣行対比66.8%)	

1)長野県農業経営指標による



5. 経営評価

- (1) 昨年までの結果から、減肥栽培をすることで窒素のキャベツ吸収量が投入量を上回ることが明らかとなっている。次作の水稲での倒伏防止につながるうえ、肥料等資材費の削減や影響環境への負荷も小さくなることから総合的な経営的效果が見込まれる。
- (2) キャベツ栽培の作業体系を本試験供試機械により機械化することで、作業時間が短縮され、規模拡大が可能になる。削減される人件費及び肥料代並びに機械の減価償却費を用いて、単純な試算をすると6 ha程度の栽培面積での利用が可能とみられる(図1)。このことは、北海道などのキャベツ収穫機導入事例の情報と合致し、概ね妥当と考えられた。

6. 利用機械評価

- (1) 2畦整形ロータリ同時畦内施肥機は作業効率化に有効である。ただし、施肥装置について設定どおりの施用ができない事例が、複数年の減肥試験でみられ、信頼性の確保が必要である。また、最初の施肥量設定も煩わしく、生産者への普及上は課題があると考えられる。
- (2) 移植機は確実な作業ができ、ほぼ問題ない。特に水田転作など枕地を設けることを厭わない場合、乗用2条植え機は高能率な作業が可能である。
- (3) 中耕除草機は効率的に作業できるものの、作業精度については除草機構が単純なゆえに作業の時期や確実な除草のための機械設定などが重要となると考えられ、更なる作業上、栽培上の検討が必要である。
- (4) キャベツ収穫機の精度は加工・業務向けにはほぼ問題がないと見られる。ただし、精度向上のための機械調整や収穫球の汚れ防止対策は十分な知見が得られず、課題である。また、高能率な作業のために効率的な作業方法の検討が必要である。更に普及のためには調整作業者の安全対策確保、調整作業の能率と作業速度との円滑な連携についても検討すべきであろう。
- (5) トラクタ用リヤリフトは畦のある圃場でもスムーズな運搬ができたが、フォークの微妙な操作をオペレータが振り返りながら作業をするため、熟練を要すると見られ、対策が必要である。

7. 成果の普及

今後、更なるデータの追加と分析を行い生産現場へ情報提供する。

8. 考察

【試験1】

水田に再転換する可能性のある栽培では、水稲の倒伏を避けたいことから施用窒素の残存は極力少なくする必要があり、減肥栽培が望ましい。本年は、30%の減肥栽培で慣行同等の収量が得られた場合も見られたが、これまでの複数年の結果からして20%程度の減肥が妥当と考えられた。減肥栽培の場合、正確な施肥が重要になると思われる。これまでの施肥試験において安定した施肥作業ができない事例があり、原因追究と信頼性の高い施肥機が必要である。

【試験2】

キャベツの機械化一貫体系に適した品種は、キャベツ収穫機の作業精度から市場出荷向けには「青琳」、「YR晴信」が妥当と考えられた。加工・業務用であれば損傷葉を剥いて出荷できることから、多少の深切り、損傷は問題がないとみられた。また「YR晴信」を栽培している現地生産団体も収穫機の精度は問題ないとの評価であった。ただし、生産現場での加工・業務用の品種選定は機械適性のみで選定されるわけではないことから、他の品種においても収穫機の設

定を浅切り設定にして人力による再調整をしたり、損傷葉を剥いて出荷したりすれば、いずれの品種も収穫機への適用が可能と考えられた。また、試験面積の制約もあり精度向上のための機械設定の調整や収穫球の汚れ防止対策、調整作業者の安全対策などは十分な知見が得られず、今後の検討が必要である。

【試験3】

- (1) 2畦整形ロータリ同時畦内施肥機は施肥の単独作業を省くことから作業時間短縮効果が高い。しかし、一工程で複数の作業を行うためやり直しがきかないことから、前述の施肥精度などの信頼性が求められ、更なる改良が必要と考えられた。
- (2) 定植機の利用は乗用2条植えの方が効果的と考えられるが、歩行型と違い、移植機構がオペレータの後方に位置することから、移植精度を確認しにくく、機械的欠株が発生しない移植適性の高い苗（地上部が小さく根鉢がしっかりした抜きやすい苗）の確保が必要であると考えられた。また、機械が大型化することから枕地の確保、走行性などの圃場条件把握など、作業の信頼性確保が必要と見られた。
- (3) 乗用管理機による中耕除草は、効率的な作業が可能と見られる。ただし、作業精度については十分な検討ができなかったことから、今後の検討が必要である。特に、水田転作の場合、除草剤で比較的簡単に除草できる水稲と違い、生産者が畑地の除草に慣れておらず除草が上手くいかない場合が見られることから、中耕作業のタイミングや除草剤との併用について更なる検討が必要である。
- (4) キャベツ収穫機による作業は機械作業時間が10aあたり約5時間と高能率であったが、組み作業員が多くなるため、15.9%を占める後進では、オペレータ以外の作業員に遊び時間（作業しない時間）が発生するなど作業上の課題が認められた。普及に当たっては、周回作業など効率的な作業方法や適正な作業員の配置、搬出作業と収穫作業の並列作業化など作業技術上の課題解決によって更なる効率化が可能とみられる。また、調整作業員は包丁を持って機上で作業することから、作業員間の連携や安全対策が必要と見られた。
- (5) 機械体系は慣行作業に比べて延べ作業時間がおおよそ2/3と試算されることから、単純に言えば1.5倍の栽培面積拡大が可能になる。作業の効率化によって更に拡大の余地があるものの、圃場利用可能面積などは考慮していない簡単な試算のため、導入利用計画に当たっては、更なる利用実績等の分析と稼働シミュレーション等の検討が必要であろう。

9. 問題点と次年度の計画

- (1) 施肥装置は施肥精度の信頼性が問題であり、改良と再検討が必要。
- (2) 機械的除草作業について作業時期や除草精度の確保が問題点。
- (3) 収穫機の効果的な作業方法や作業員配置の適正化の知見不足が問題点。

10. 参考写真



