

委託試験成績（令和3年度）

担当機関名 部・室名	石川県農林総合研究センター畜産試験場 資源安全部
実施期間	令和2年度～3年度、継続（完了）
大課題名	Ⅲ 水田を活用した資源作物の効率的生産・供給技術の確立
課題名	石川県に適した子実用トウモロコシ品種の検討と水田における栽培技術の確立・実証
目的	近年、家畜飼料の主原料である子実用トウモロコシの国内生産が注目され、水田を活用した戦略作物としても期待されている。しかし、現状、石川県でのトウモロコシの作付は、全てホールクroppサイレージ用であり、子実用トウモロコシの作付はほとんどない。また、トウモロコシの作付面積も年々減少傾向にあり、本県の自給飼料生産量も減少している状況である。そこで、県内飼料自給率の向上を目的に、本県での子実用トウモロコシの栽培に適した品種を検討するとともに、水田での収量確保に向けた栽培上の技術的課題を検討する。
担当者名	石川県農林総合研究センター畜産試験場 資源安全部 技師・寺田 詩織
1. 試験場所	(1) 石川県畜産試験場場内圃場（石川県羽咋郡宝達志水町）：2.625a (2) 水田実証圃場（石川県白山市）：20a
2. 試験概要	圃場圃場では、品種適応性試験の継続、アワノメイガの虫害に対し、省力的かつ有効な防除時期を検討するアワノメイガ防除試験を行った。また、前年度、栽植本数低下に伴う茎葉の肥大化の影響から収穫物への茎葉の混入、収穫作業能率の低下等が問題となった。そこで、収量向上及び機械収穫の作業能率向上のため、乾田（実証圃場）において RM100 品種の密植栽培試験を行った。なお、アワノメイガ防除試験、実証栽培については、前年度の品種適応性試験の結果から P9400 を供試した。
3. 試験方法	(1) 場内試験 ①品種適応性試験 圃場条件 畑地（黒ボク土） 供試品種 KD502、LG3457、P9400（RM100） 試験区構成 3反復乱塊法（1区17.5㎡、5m×3.5m） 播種 令和3年5月24日、条播（条間70cm 株間18cm 栽植本数7,900本/10a） 施肥(kg/a) N-P-K:1.0-1.0-1.0、堆厩肥400、石灰10、6月10日：追肥N0.5kg/a 除草 5月26日：土壌処理 ゲザノンゴールド 200ml/10a 7月1日：茎葉処理 アルファード液剤 150ml/10a 病虫害防除 5月28日：ダイアジノン粒剤（ネキリムシ対策） 7月2日、7月19日：エスマルク DF（アワノメイガ対策） 収穫 9月15日

調査項目	生育、収量調査は「牧草・飼料作物系統適応性試験実施要領」に基づき実施
②アワノメイガ防除試験（下記記載していない栽培条件は、①品種適応性試験と同様）	
供試品種	P9400 (RM100)
試験区構成	無防除区、第1世代防除区、第2世代防除区（1区 35 m <sup>2</sup> 、10m×3.5m） ・第1世代防除区：発芽～雄穂・絹糸抽出までの虫害防除 ・第2世代防除区：雄穂・絹糸抽出以降の虫害防除
病害虫防除	1回目：7月2日、2回目：7月19日（エスマルク DF、150g）
調査項目	殺虫剤散布1週間後の被害株調査、収穫時の倒伏・折損、雌穂の虫害

## （2）現地実証試験

供試機械名	普通型コンバイン YH700M
圃場条件	乾田
供試品種	P9400 (RM100)
試験区構成	標準密度区、高密度区（1区 10a、80m×12.5m、17条） ・標準密度区：7,500本/10a（条間70cm 株間18.5cm） ・高密度区：8,500本/10a（条間70cm 株間16.5cm）
耕起	プラウ耕
碎土・整地	ロータリー耕
播種	令和3年6月3日に高速汎用播種機 NTP-2A（アグリテクノサーチ株）にて条播
施肥(kg/a)	N-P-K:1.5-1.0-1.0（基肥のみ）、堆厩肥 400、石灰 10
除草	6月8日：土壌処理 ゲザノンゴールド 200ml/10a 6月24日：茎葉処理 シャドー水和剤 50g/10a
病害虫防除	6月2日：クルーザーFS30 種子塗抹（タネバエ、ネキリムシ対策）
収穫	9月28日に普通型コンバイン YH700M（ヤンマーアグリジャパン株）にて収穫
調査項目	生育、収量調査は「牧草・飼料作物系統適応性試験実施要領」に基づき実施、 収穫時の作業時間及び作業能率

## 4. 試験結果

### （1）場内試験

#### ①品種適応性試験（表1、2、3）

- ・発芽日は、KD502が播種から7日後の5月31日と最も早く、次にP9400が播種から9日後の6月2日、LG3457は播種から10日後の6月3日となった。
- ・発芽率は9割程度で、初期生育は3品種とも良好であった。6月10日に移植、間引を行った。
- ・雄穂抽出～絹糸抽出日はKD502、P9400が播種から53日後の7月16～18日、LG3457が播種から54日後の7月17～19日となった。
- ・稈長、着雌穂高はLG3457、P9400は同等であり、KD502は最も低かった。
- ・収穫時の病害虫調査では、アワノメイガによる食害、赤カビ病の被害は3品種同程度であった。
- ・子実収量は、現物、乾物ともにP9400が最も多収であり、KD502が最も少なかった。また、乾物収量については、KD502とP9400の両品種間に差が認められた。

- ・子実の水分含量は P9400 が 15%程度と最も低く、KD502、LG3457 の 2 品種は 20%程度となった。

## ②アワノメイガ防除試験 (表 4、5)

- ・薬剤散布を行った 2 週間後に被害調査を実施した。第 1 世代防除区への薬剤散布後調査 (7 月 16 日) では、第 1 世代防除区の被害が最も少なかった。また、第 2 世代防除区への薬剤散布後調査 (8 月 3 日) においても、第 1 世代防除区の被害が最も少なかった。
- ・9 月 10 日の収穫前の調査では、無防除区の被害が最も多く、第 1 世代、第 2 世代防除区の被害は同程度となった。
- ・現物収量、乾物収量ともに無防除区と比較し、殺虫剤による防除を実施した区は多収であった。

## (2) 現地実証試験

### ①生育調査結果 (表 6、7)

- ・発芽日は両区とも播種から 7 日後の 6 月 10 日、発芽率は 9 割程度、初期生育は良好であった。
- ・雄穂抽出から絹糸抽出日は、両区とも播種から 47 日後の 7 月 20~22 日となり、稈長、着雌穂高、稈径についても同等であり、両区間に生育差はなかった。
- ・病害虫については、アワノメイガ、赤カビ病が確認された。

### ②普通型コンバイン収穫による子実収量と作業能率 (表 8)

- ・収穫はリールヘッドを装着した普通型コンバイン YH700M にて、9 月 28 日に実施した。
- ・収穫作業は①適正密度区、②高密度区の順で行った。2 条刈り、刈取高さは 40~50cm。
- ・コンバイン子実収量は現物、乾物ともに適正密度区、高密度区で差はなかった。
- ・坪刈子実収量とコンバイン子実収量 (どちらも子実水分 15%換算) から算出した歩留まりは 8 割程度となり、収穫ロスが 2 割程度となった。
- ・収穫作業時間は 13.2 分/10a となった。収穫物への茎葉等の混入はほとんどなかった。

## 5. 主要成果の具体的データ

### (1) 場内試験

#### ①品種適応性試験

表 1. 生育調査 I

品種・系統名	播種日	発芽日	発芽良否 <sup>1</sup> (1~9)	初期生育 <sup>1</sup> (1~9)	病害虫 <sup>2</sup> (1~9)	雄穂抽出日	雄穂開花日	絹糸抽出日
KD502	5月24日	5月31日	8.3	7.7	1.7	7月16日	7月18日	7月17日
LG3457	5月24日	6月3日	8.3	7.7	2.0	7月17日	7月19日	7月18日
P9400	5月24日	6月2日	8.0	8.0	1.7	7月16日	7月18日	7月17日
調査日			6月7日	7月1日	7月1日			

1.発芽良否、初期生育：極不良を1、極良を9とする評点法

2.病害虫：アワノメイガによる被害、無または極微を1、甚を9とする評点法

表 2. 生育調査 II

品種・系統名	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	折損 <sup>1</sup> (%)	病害虫(1~9) <sup>2</sup>	
					アワノメイガ	赤カビ病
KD502	218.3 b	90.6 b	17.6	10.7 b	3.7	2.7
LG3457	237.8 a	104.3 a	16.4	2.0 a	3.3	3.3
P9400	237.0 a	106.8 a	17.2	4.7 a	3.7	3.3
調査日		8月3日		9月10日		9月15日

1.折損：雌穂着節位より下位の折損 2.病害虫：無または極微を1、甚を9とする評点法

品種ごとに多重比較 (Tukey法)、異符号間に有意差あり (p<0.05)

表3. 品種ごとの子実収量

品種・ 系統名	現物収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	水分含量 (%)
KD502	733.1	566.2 b	77.2 b	22.8 b
LG3457	803.6	640.9	79.8	20.2
P9400	900.4	764.0 a	84.9 a	15.1 a

品種ごとに多重比較(Tukey法)、異符号間に有意差あり(p<0.05)

②アワノメイガ防除試験

表4. 異なる防除時期による倒伏、折損、病害虫程度

品種・ 系統名	病害虫(1~9) <sup>1</sup>		倒伏 (%)	折損 <sup>2</sup> (%)	病害虫(1~9) <sup>1</sup>		倒伏 (%)	折損 <sup>2</sup> (%)	病害虫(1~9) <sup>1</sup>	
	アワノメイガ				アワノメイガ				アワノメイガ 赤カビ病	
無防除区	5.7 b	0.0	0.0	15.3 b	6.0 b	1.3	22.7 b	6.0	4.7 b	4.7 b
第1世代防除区	1.7 a	0.0	0.0	4.0 a	2.7 a	2.0	8.0 a	3.3	2.7 a	2.7 a
第2世代防除区	3.7	0.0	0.0	4.7 a	4.3	0.0	9.3 a	4.3	3.7	3.7
調査日	7月16日			8月3日			9月10日			

1.病害虫：無または極微を1、甚を9とする評点法、2.折損：雌穂着節位より下位の折損  
区分ごとに多重比較(Tukey法)、異符号間に有意差あり(p<0.05)

表5. 異なる防除時期での子実収量

区分	現物収量 (kg/10a)	乾物収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	水分含量 (%)
無防除区	643.1	542.5 b	84.4	15.6
第1世代防除区	882.6	739.9 a	83.8	16.2
第2世代防除区	902.8	758.1 a	84.0	16.0

区分ごとに多重比較(Tukey法)、異符号間に有意差あり(p<0.05)

(2) 現地実証試験

表6. 生育調査Ⅲ

区分	播種日	発芽日	発芽良否 <sup>1</sup> (1~9)	初期生育 <sup>1</sup> (1~9)	病害虫 <sup>2</sup> (1~9)	雄穂 抽出日	雄穂 開花日	絹糸 抽出日
標準密度区	6月3日	6月10日	8.3	8.7	3.7	7月20日	7月22日	7月21日
高密度区	6月3日	6月10日	8.0	8.3	4.0	7月20日	7月22日	7月21日
調査日			6月15日	6月29日	7月20日			

1.発芽良否、初期生育：極不良を1、極良を9とする評点法  
2.病害虫：アワノメイガによる被害、無または極微を1、甚を9とする評点法

表7. 生育調査Ⅳ

区分	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	折損 <sup>1</sup> (%)	病害虫(1~9) <sup>2</sup>	
					虫害	赤カビ病
標準密度区	239.6	115.3	15.8	12.0	4.3	3.7
高密度区	234.1	111.9	16.4	14.7	4.0	4.3
調査日	8月5日		9月24日		9月28日	

1.折損：雌穂着節位より下位の折損  
2.病害虫：アワノメイガ等の被害 無または極微を1、甚を9とする評点法

表8. 普通型コンバイン収穫による子実収量及び作業能率

区分	坪刈収量 (kg/10a)			コンバイン収量 (kg/10a)			収穫時の 水分含量(%)		歩留 <sup>1</sup> (%)	収穫作業 時間 <sup>2</sup> (/10a)
	現物	乾物	乾物率	現物	乾物	乾物率	子実	茎葉		
標準密度区	469.4	399.5	85.1	392.2	334.2	85.2	14.8	66.2	83.6	11分57秒
高密度区	457.7	372.1	81.3	358.9	289.3	80.6	19.4	66.6	78.4	14分35秒

1.歩留：坪刈収量とコンバイン収量(どちらも子実水分15%換算)から算出  
2.収穫作業時間：2条刈り、圃場内の刈取および巡回時間の合計

## 6. 経営評価

本県で子実用トウモロコシを栽培する場合の 10a 当たりの経済性を試算すると、各種交付金を含めた収支ではプラスになると試算される（表 9）。なお、今回の試算はフレコンバッグによるサイレージ調製での貯蔵となる。また、播種及び収穫には、大豆栽培と同様の作業機を利用できるが、子実用トウモロコシの収穫は、作業機に装着する専用アタッチメント（大豆キット+デバイダキット、693,000 円税抜）の追加が必要である。収益性を向上させるためには、単収の増加、生産費の削減が求められ、規模拡大、機械の共同利用が可能な体制を構築する必要がある。

表 9. 収支算定表

(単位:円)

単収kg/10a			350	R3年度実績	
収入	販売収入	販売単価(円/kg)	45	15,750	先行事例平均単価
	交付金	戦略作物助成		35,000	水田活用の直接支払交付金
		子実用とうもろこし支援		10,000	水田農業高収益化推進助成
	収入合計			60,750	
支出	変動費	資材費	種子	6,640	
			肥料	8,940	
			除草剤	3,420	
			殺虫剤	3,430	
			貯蔵資材	5,710	
		燃料費	免税軽油	5,000	仮置き
	労働費	栽培管理	5,380	5.3時間×1,014円※1	
		サイレージ調製	3,042	1時間×1,014円×3人	
	変動費計			41,562	
	固定費	機械償却費※2		10,900	基本キット+デバイダキット
固定費計		10,900			
支出合計			52,462		
所得(収入 - 支出)			8,288		

※1. 令和3年10月時点の石川県最低賃金(重作業)

※2. 栽培面積1haと仮定し、基本キット、デバイダキットの税込価格762,300円、耐用年数7年で算出

※3. 圧ぺんとウモロコシ価格:69.2円/kg

## 7. 利用機械評価

リールヘッドを装着した普通型コンバイン YH700M にて収穫作業を行った。前年度、同様の作業機、アタッチメントにより RM114 品種の収穫を実施した結果、収穫作業時間は 30.4 分/10a、茎葉の高水分化、栽植本数低下に伴う茎葉の肥大化の影響から、収穫物への夾雑物の混入が問題となった。今年度は RM100 品種 (P9400) の収穫を行い、子実の水分含量は 15~20%、茎葉の水分含量は 66% となり、収穫物への夾雑物の混入はほとんどなかった。また、収穫作業時間は 13.2 分/10a となり、作業能率が高まった。栽植本数低下の問題もあったため、標準栽植密度区と栽植密度を 10% 程度高めた高密度区を設けたが、両試験区で収穫作業能率に差はなかった。

また、収穫時の圃場は雑草が繁茂しており、収穫の際、雑草がヘッドに巻き付いてしまうことが問題となった。機械の故障原因となるため、除草剤の土壌処理を徹底し、雑草の発生を抑制する。

## 8. 成果の普及

得られたデータを取りまとめ、成果集報、成果検討会等を通じて、生産現場へ情報提供する。

## 9. 考察

品種適応性試験については、前年度に続き、今年度試験結果においても P9400 の子実収量が最も多かった。また、子実の水分含量が 15%程度まで低下したことから、絹糸抽出後、より短時間で子実が乾燥する。虫害、赤カビ病の発生は確認されたが、甚大な被害ではなかった。以上から、本県においては、P9400 の利用が適していると考えられる。

次に、アワノメイガ防除試験より、アワノメイガが確認されたトウモロコシ 7-8 葉期（6 月下旬～7 月上旬）、絹糸抽出期（7 月中下旬）、いずれかの時期に 1 度薬剤散布をすることで、減収を抑制する効果が認められた。また、実証栽培での収量は、品種適応性試験と比較すると大きく低下し、この原因の一つとして、アワノメイガによる被害の可能性が挙げられる。以上から、作業負担は増加するが、草丈の低い 7-8 葉期に薬剤散布を実施することで、虫害による減収を抑制できると考えられる。

本実証栽培では、6 月上旬播種、9 月下旬収穫の作付で、収穫時の子実水分が 15%程度まで低下した。そのため、収穫後に乾燥調製を行う場合、乾燥労力、経費の削減につながる。また、9 月上旬の時点で、子実水分は 25%程度であったため、サイレージ調製を行う場合は収穫の前倒しが可能と考えられる。

## 10. 問題点と次年度の計画

栽培面では、安定した収量確保のためには、アワノメイガ等害虫の防除対策が必要である。また、今後、子実用トウモロコシの作付面積を拡大するには、生産費削減による収益性向上が求められるため、機械の共同利用や集落営農組織での普及が望まれる。

## 11. 参考写真



写真1. 7月16日時点の生育状況  
(水田実証、白山市)



写真2. 9月28日収穫前の状況  
(水田実証、白山市)



写真3. 普通型コンバイン YH700M  
による刈取の様子 (水田実証、白山市)



写真4. 収穫物 (水田実証、白山市)