

委託試験成績書（平成30年度）

担当機関名 部・室名	群馬県畜産試験場 飼料環境係
実施期間	平成29年度～平成30年度、継続（終了年度）
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	汎用コンバインを利用した子実用トウモロコシとオオムギ二毛作体系における自給濃厚飼料生産技術の確立
目的	輸入飼料価格は、世界の穀物需給や振興国の需要増加、さらには異常気象などの影響により高止まりが続いている。このような中、飼料自給率の向上や国産濃厚飼料の生産拡大を目的にトウモロコシ子実サイレージ（HMSC）とオオムギソフトグレインサイレージ（SGS）に二毛作体系による濃厚飼料の安定生産技術を確立する。
担当者名	群馬県畜産試験場 飼料環境係 技師 関野凱一
<p>1. 試験場所 群馬県畜産試験場（標高350m）飼料畑 50a（前作：トウモロコシ、黒ボク土、排水良好） 現地圃場圃場条件：二毛作水田 30a（前作 飼料用オオムギ、黒ボク土、排水良好）</p> <p>2. 試験方法 昨年度の試験結果では、トウモロコシ子実サイレージ（HMSC）とオオムギ SGS 栽培は籾米サイレージに比べて省力かつ低コスト生産が可能であった。また、二毛作栽培を行うことにより同一圃場から1年間を通して自給濃厚飼料を多く得ることができた。今年度は、年次反復および現地水田を活用した実証試験を行い、地域に適したトウモロコシとオオムギ子実による自給濃厚飼料二毛作体系を検討する。</p> <p>(1) 供試機械名 オオムギ SGS：汎用型コンバイン（AG1140R） HMSC：子実コーン KIT 装着汎用型コンバイン（AG1140R）</p> <p>(2) 試験条件 ア. 供試品種 六条オオムギ「シュンライ」、飼料用トウモロコシ「P9027」 イ. 栽培概要 【トウモロコシ子実の省力安定栽培方法の検討と現地水田における実証】 省力安定栽培試験（畜産試験場内圃場） 播種日：6月18日 播種量：7,000～10,000粒/10a 播種機：高速高精度汎用播種機（アグリテック/矢崎） 施肥：基肥-化成肥料 60 kg/10a（N:P:K=14-14-14）播種時 除草剤：ゲザノンゴールド-播種直後、アルファード乳剤-3～5葉期 試験区：①不耕起通常区（シングルロー、7,000本/10a） ②不耕起高密度区（ツインロー、10,000本/10a） ③対照区（耕起、シングルロー、7,000本/10a） 現地実証試験（水田） 播種日：6月5日 播種量：7,000粒/10a 播種機：高速高精度汎用播種機（アグリテック/矢崎） 畝立て播種機（アグリテック/矢崎） 施肥：基肥-化成肥料 60 kg/10a（N:P:K=14-14-14）播種時 除草剤：ゲザノンゴールド-播種直後、アルファード乳剤-3～5葉期 試験区：①不耕起通常区（シングルロー、7,000本/10a） ②畝立て播種区（シングルロー、7,000本/10a）・・・湿害対策</p>	

#### 【トウモロコシ子実の収穫調製作業の実証】

収穫機械：子実コーン KIT 装着汎用型コンバイン  
調製・破碎：密閉型簡易サイロ・飼料用米破碎機  
試験区：①乳酸菌添加区（試験区）  
②無添加区（対照区）

#### 【トウモロコシ茎葉残渣すき込みによるオオムギ栽培への影響】

播種日：平成 29 年 11 月 8 日  
播種量：「P9027」 7,000～10,000 粒/10a  
播種機：不耕起対応高速播種機（アグリテック/矢崎）  
畝立て播種機（アグリテック/矢崎）  
施肥：基肥－化成肥料 40 kg/10a（N:P:K=14-14-14）播種時  
除草剤：なし  
試験区：①すき込み区（残渣のみ）  
②すき込み化成区（残渣＋硫安 40 kg/10a）  
③対照区（残渣なし、硫安 40 kg/10a）  
※すき込み方法は、プラウ耕、ロータリ耕を設置

#### 【オオムギ子実の収穫と SGS 調製作業の実証】

収穫機械：汎用型コンバイン（AG1140R）  
調製・破碎：密閉型簡易サイロ・飼料用米破碎機  
試験区：①乳酸菌添加区（試験区）  
②無添加区（対照区）

### 3. 試験結果

- (1) オオムギ「シュンライ」の出穂期は平年より早まり 4 月 13 日であった。昨年度は天候不良による温度不足のため糊熟期での収穫となったが、今年度は 5 月 24 日の収量調査の際には黄熟期となった。子実乾物収量はすき込み（ロータリ）区 471kg/10a、すき込み（ロータリ）＋化成肥料区 351kg/10a、すき込み（プラウ）区 433kg/10a、すき込み（プラウ）＋化成肥料区 362kg/10a、対照区 303kg/10a、現地圃場 483kg/10a となった。また、収穫時のオオムギ子実の水分含量は、すき込み（ロータリ）区 29%、すき込み（ロータリ）＋化成肥料区 28%、すき込み（プラウ）区 35%、すき込み（プラウ）＋化成肥料区 28%、対照区 33%、現地圃場 32%となった。
- (2) 飼料用トウモロコシ「P9027」は 10 月に完熟期となり、10 月 15 日に収穫調製作業を行った。場内試験の各区の子実乾物収量は耕起区（対照）で 790 kg/10a、不耕起区（試験）で 878 kg/10a、不耕起ツインロー区（試験）で 1,026 kg/10a であった。また、収穫時のトウモロコシ子実の水分含量は耕起区（対照）で 17.7%、不耕起区（試験）で 18.4%、不耕起ツインロー区（試験）で 19.6%であった（表 2）。現地圃場は 10 月 4 日に収穫調製作業を行い、子実乾物収量は、畝立て播種区 916kg/10a、不耕起播種区 929kg/10a であった。また、収穫時のトウモロコシ子実の水分含量は畝立て播種区 18.5%、不耕起播種区 19.4%であった（表 3）。
- (3) オオムギ「シュンライ」と子実用トウモロコシ「P9027」の自給濃厚飼料二毛作栽培における年乾物収量は、場内試験では、1,181 kg/10a、現地試験では、1,406 kg/10a となり、現地圃場でも場内試験と同程度以上の収量を確保することができた。また、TDN 収量を比較したところ、籾米サイレーズ単作の 459kg/10a と比較して、2 倍以上の TDN 収量を確保することができた（図 1）。
- (4) 汎用型コンバインによる 10a 当たりのオオムギ子実における収穫総作業時間は、約 8 分で約半分が刈り取り時間であった。また、子実コーン KIT 装着汎用型コンバインによるトウモロコシ子実の収穫総作業時間は約 11 分であった。
- (5) 乳酸菌製剤試験によるごえもんサイロ調製作業は、破碎作業がオオムギ子実 1,880 kg/h、子実トウモロコシでは 1,879kg/h となった。1 サイロ当たりの調製時間は、密閉処理等の作業を含め、オオムギは 15 分程度（1 サイロ約 300kg）、18 分程度（1 サイロ約 430kg）であった。
- (6) オオムギ子実（原料）および SGS の飼料成分は、飼料用米やトウモロコシと比べて粗蛋白質（CP）

が高く、非繊維性炭水化物（NFC）は低い値であった。また、飼料用米と繊維成分で比較すると酸性可溶性繊維（ADF-om）が低い傾向にあった。トウモロコシ子実（原料）およびHMSCの飼料成分は、トウモロコシ（輸入）と比較してほぼ同等の値であった（表5）。

(7) オオムギSGSの発酵品質は、天候不良の影響で登熟が進まなかったことから糊熟期の収穫となり、水分含量が約50%と高く酪酸の生成が確認された。発酵品質は乳酸菌添加で「可」、無添加で「不良」と評価は低かった。

HMSCの発酵品質は、乳酸菌添加、無添加ともにpHは低くなったものの有機酸生成量が少なく微発酵であった。しかし、酪酸やVBN/TNの値が低いため、発酵品質は「良」評価であった（表6）。

#### 4. 主要成果の具体的データ

表1 オオムギ「シュンライ」の生育・収量成績

品種	試験区	出穂日 (月日)	稈長 (cm)	穂長	茎数 (本/m <sup>2</sup> )	水分含量 (%)	干粒重 (現物g)	現物収量 (kg/10a)	乾物収量
	すき込み(ロータリー)		80.5	4.4	319	28.7	58.7	661	471
	すき込み(ロータリー)+化成		72.8	4.5	280	28.0	55.4	488	351
シュンライ	すき込み(プラウ)	4月13日	83.9	4.5	314	34.8	60.7	664	433
	すき込み(プラウ)+化成		76.2	4.5	273	27.9	60.0	502	362
	対照		77.1	4.0	362	33.4	59.4	455	303
	現地圃場		83.1	5.2	277	32.0	59.3	711	483

注1) 圃場内3箇所を調査し、平均値を示す

表2 飼料用トウモロコシ「P9027」の生育・収量成績

品種	雄穂 抽出期	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	水分含量(%)		原物収量(kg/10a)		乾物収量(kg/10a)	
				茎葉	子実	茎葉	子実	茎葉	子実
P9027	8月3日	88	15	60.3	17.7	2,295	961	910	790
		87	16	60.6	18.4	2,068	1,076	815	878
		98	16	60.6	19.6	2,528	1,277	997	1,026

注1) 圃場内3箇所を調査し、平均値を示す

表3 飼料用トウモロコシ「P9027」現地圃場での生育・収量成績

品種	試験区	雄穂 抽出期	着雌穂高 (cm)	稈径 (mm)	水分含量(%)		原物収量(kg/10a)		乾物収量(kg/10a)	
					茎葉	子実	茎葉	子実	茎葉	子実
P9027	畝立て播種	7月23日	98	16	62.8	18.5	2,531	1,125	943	916
	不耕起播種	7月23日	121	15	59.2	19.4	2,162	1,159	882	929

注1) 圃場内3箇所を調査し、平均値を示す

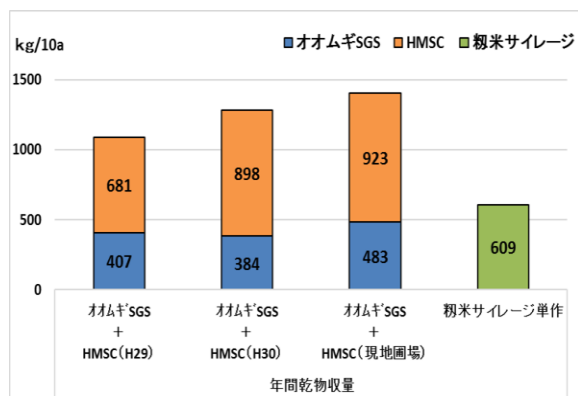


図1 二毛作体系における年間換物収量

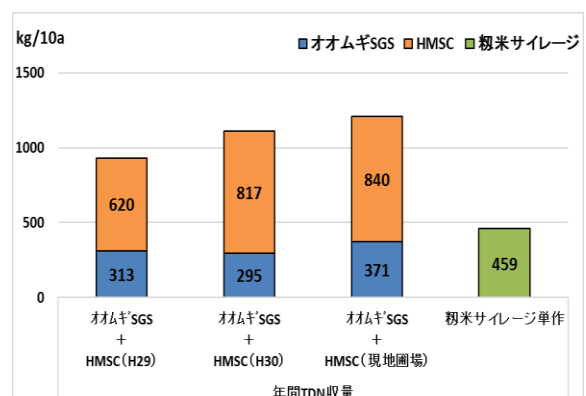


図1 二毛作体系における年間換物収量

表5 オオムギおよび子実トウモロコシの飼料成分

形態、草種	試験区	CP	EE	Ash	ADF-om	aNDF-om	NFC	デンプン
オオムギ原料: 糊熟期	追肥	14.2	1.8	4.0	8.8	27.4	55.0	
	対照	14.6	1.9	3.4	7.5	22.2	60.3	
オオムギSGS(H29)	SP添加	13.9	3.0	3.7	6.1	18.6	63.2	
	SP無添加	14.2	2.9	3.6	6.7	18.8	62.9	
オオムギSGS(H30)	SP添加	12.5	2.7	3.7	7.6	23.2	60.2	
	SP無添加	12.6	2.6	3.5	7.8	23.3	60.3	
SGS平均	-	13.3	2.8	3.6	7.1	21.0	61.6	
トウモロコシ原料: 完熟期	-	9.6	4.3	1.4	1.7	12.6	74.1	
	SP添加	9.5	4.1	1.7	1.9	7.8	78.9	
HMSC	SP無添加	9.9	3.9	1.7	1.3	9.1	77.4	
	-	9.7	4.1	1.6	1.6	9.8	76.8	
飼料用籾米		6.9	2.1	4.4	12.4	18.9	69.4	65.4
トウモロコシ(輸入)		8.7	4.0	1.4	2.9	13.2	74.6	70.5

注1) CP: 粗蛋白質、EE: 粗脂肪、Ash: 粗灰分、ADF-om: 酸性テタージェント繊維、aNDF-om: 中性テタージェント繊維、NFC: 非繊維性炭水化物

注2) 飼料用米およびトウモロコシは「飼料用米の生産・給与技術マニュアル」より抜粋

表6 簡易密閉型サイロにおけるオオムギ SGS および HMSC サイレージの発酵品質 (開封時)

品名	試験区	水分含量 (%)	pH	有機酸含量(原物中%)				VBN/TN (%)	V-score (点)	評価
				乳酸	酢酸	プロピオン酸	ルマル酪酸			
オオムギSGS	SP添加	52.2	3.76	1.33	1.46	0.01	0.14	3.2	76	可
	無添加	50.7	3.65	0.51	0.44	0.01	0.64	3.5	58	不良
HMSC	SP添加	33.4	4.03	0.57	0.20	0.00	0.00	0.8	99	良
	無添加	33.3	4.04	0.52	0.15	0.00	0.00	0.9	100	良

注1) SP添加は乳酸菌製剤「サイマスターSP」を添加して調製

注2) V-scoreの評価基準: 良(80点以上)、可(60~80点)、不良(60点以下)

## 5. 経営評価

オオムギおよび飼料用トウモロコシの栽培は、飼料用米栽培と比較すると作業工程や管理が少ないため、労力削減など省力・低コスト生産が可能であった。また、1 kg 当たりの生産費を比較すると、オオムギ SGS は 28 円、籾米サイレージは 53 円、HMSC は 26 円、輸入トウモロコシが 57 円であり、農家が自家生産すると、オオムギ SGS で約 48%、HMCS で約 55% 生産費を削減することができる。(表 7)

表7 オオムギ SGS および HMS と籾米サイレージ、輸入トウモロコシのコスト比較

項目(単位: 円/10a)	オオムギSGS	HMSC	籾米サイレージ	備考
種苗費	3,164	4,499	7,789	オオムギ播種量は実測値、トウモロコシは7,000粒/10a、籾米は育苗施設使用料含む
栽培資材 肥料費	4,290	5,720	8,964	化成肥料(N:P:K=14-14-14)オオムギSGS60kg/10a、HMSC80kg/10a
農業薬剤費	0	2,415	11,316	ゲザノゴールド200mℓ/10a、アルファード100mℓ/10a使用
サイロ	2,970	5,940	2,970	フレコバックの利用を想定
調製資材 内袋	540	1,080	540	
乳酸菌製剤	308	579	463	
合計	11,272	20,233	32,042	
1kg当たり生産費	28	26	53	乾物(円)
(参考) 反収(kg/10a)	407	766	609	収量は試験乾物収量の平均値、籾米はH27年県内試験地平均値

注1) 輸入トウモロコシの購入単価は57円/kg。

## 6. 利用機械評価

- 汎用型コンバインによるオオムギ子実の収穫作業は、収穫時のトラブルや詰まりもなく順調に行うことができた。10a 当たりの収穫作業時間は約 8 分と、水分が高い状態で収穫した昨年度と比較して作業能率は高くなった。
- 子実コーン KIT 装着汎用型コンバインによるトウモロコシ子実の収穫作業は茎葉水分が低くなった状況では作業速度を上げることができたが、茎葉水分が少し高い条件下では作業能率が低下した。しかし、オオムギ、トウモロコシともに子実収穫の選別精度は高く、収穫ロスはずかであった。今後、乾物率の高い品種選定や収穫時期および作業体系に合わせた栽培方法を検討することで収穫機の作業能率を上げられるとともに、低コスト化を図ることができると考えられた。

## 7. 成果の普及

水田二毛作地帯を中心に普及が見込まれ、農薬登録の整備等ができれば、水田フル活用による自給濃厚飼料生産が可能となる有望な体系である。本栽培体系の技術普及に向けてさらなる試験研究を行い、群馬県成果発表会および広報誌等を通して周知を行っていく

## 8. 考察

(1) トウモロコシ茎葉残渣のすき込みについては、ロータリ耕、プラウ耕どちらの場合でも収量の減少は見られず、茎葉残渣のオオムギへの影響は少ないと考えられた。しかし、茎葉残渣のすき込みに加え、化成肥料を散布した処理区では収量の増加を図ることができなかつたため、引き続き、追肥の時期や施肥量などの検討を行い、収量増加を図る栽培技術を確立する必要があると思われる。また、オオムギ生育中に雑草が繁茂し、一部生育が抑制された部分が見られた。飼料用麦類には除草剤の登録がないことを踏まえ、引き続き雑草防除についても検討していくことが重要と考えられる。

(2) トウモロコシ子実の収量は不耕起密植区で目標としていた乾物収量 1t/10a を上回る結果となった。しかし、昨年度の試験結果では不耕起密植区は通常の不耕起区と同等の収量であったことや、今年度は平均気温が高く、飼料用トウモロコシの収量が全体的に多かつたこと踏まえ、引き続き栽培密度については検討が必要であると考えられた。また、トウモロコシの不耕起栽培では、昨年と同様に耕起栽培と遜色ない収量を確保できたことから、作業省力化を図る上で不耕起栽培は有効であると考えられた。

さらなる低コスト化を図るためにも、オオムギ同様に子実収量を向上させる栽培方法を検討していく必要がある。今後は、オオムギ、トウモロコシともに安価な資材や堆肥等の利用で収量の増加を行いたい。

(3) 現地水田での栽培試験に関しては、オオムギ、飼料用トウモロコシともに試験場内で栽培した場合と同等以上の収量を得ることができた。また、飼料用トウモロコシの湿害対策として畝立てを行ったが、対照区との間に生育の差は見られなかつたことから、水田でも飼料用トウモロコシ栽培は可能であると考えられた。

(3) オオムギ SGS は前回試験と同様に、粳米やトウモロコシと比べ粗蛋白質が高いことが考えられた。しかし、「ふすま」部分が含まれることから、繊維成分は高めであり、炭水化物がやや少ないことを留意した上で、濃厚飼料の代替利用することが重要と思われる。また、HMSC は輸入トウモロコシと比べても飼料成分はほぼ同等であり、十分に輸入トウモロコシの代替として利用できる濃厚飼料であると考えられる。

(3) 昨年度の試験では、子実用トウモロコシとの二毛作体系であったことから、オオムギを糊熟期（水分 50%程度）での収穫となった。今年度は黄熟期に収穫を行い、オオムギ SGS の良好発酵に適した水分 30%前後で収穫を行うことができた。しかし、後作の子実用トウモロコシの播種時期までの期間は短く、子実用トウモロコシについては早生品種の利用が有効だと考えられた。今後、栽培品種の早晩性を検討し、天候に左右されても適期収穫が可能な栽培体系を検討していく必要があると思われる。

(4) オオムギ SGS は粳米サイレージよりも安価でできるため、水田フル活用した自給濃厚飼料二毛作栽培として有効な栽培体系であると考えられた。通常の自脱型コンバインを所有している耕種農家であれば収穫可能なことから、冬作栽培が行われていない空き水田における生産が有効であると思われる。

## 9. 問題点と次年度の計画

(1) トウモロコシ残渣の影響によりオオムギの収量の減少は見られなかつたが、収量は昨年度並みで収量増加を図ることができなかつた。品種選定や追肥等の栽培方法については引き続き検討していく必要がある。また、さらなるコストダウンを図るためには安価な資材や堆肥等を利用することが重要であることから、それらを踏まえた栽培・収穫体系を検討していく。

(2) 飼料用麦類及びトウモロコシ子実は登録農薬がないため、オオムギの雑草対策や、トウモロコシ子実のカビ毒防止や虫害による品質低下に対する対応が課題である。

#### 10 参考写真



写真1 現地圃場黄熟期の「シュンライ」



写真2 現地圃場完熟期の「P9027」



写真3 オオムギ子実の収穫



写真4 トウモロコシ子実の収穫



写真5 オオムギ子実の破砕



写真6 ごえもんサイロでの保管