

委託試験成績（平成 24 年度）

担当機関名	農研機構・九州沖縄農業研究センター
実施期間	平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月（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	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 飼料イネ、飼料用トウモロコシ、冬作物等の暖地型周年・多目的飼料生産技術の開発
目的	レーザーレベラを活用した圃場傾斜化技術の導入により、水田圃場における飼料イネ・オオムギの二毛作導入時の湿害軽減技術を開発する。また汎用収穫機等の利用期間の拡大を計るため、飼料用トウモロコシ、イタリアンライグラス等を活用した 2 年 5 作の多毛作作付体系試験を行い、暖地での周年飼料生産技術の普及に資する。
担当者名	加藤直樹・小荒井晃・服部育男・山田明央

1. 試験場所

大分県宇佐市（水田圃場）、豊後高田市（飼料作圃場）

2. 試験方法

(1) 昨年度までの試験概要

水田圃場試験では飼料イネ早生品種「まきみずほ」と晩生品種「タチアオバ」を利用した収穫適期分散の可能性を示した。今年度はレーザーレベラを活用した圃場傾斜化技術の導入により、飼料イネ・大麦の二毛作導入時の湿害軽減効果を検討する。また傾斜化が後作の飼料イネの生育に与える影響を調査する。飼料作圃場試験では飼料用トウモロコシ、イタリアンライグラスを利用した 2 年 5 作の多毛作体系試験（図 1）を実施し、1 年目の収量およびイタリアンライグラスの栽培に不耕起播種を導入した際の作業効率等を明らかにした。今年度は 2 年目の収量および飼料用トウモロコシの栽培に不耕起播種機を導入した際の作業効率等を明らかにする。

栽培体系	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月～3月
2年5作(1年目) トウモロコシ晩播き +イタリアンライグラス		イタリアン※		晩播トウモロコシ				イタリアンライグラス		
2年5作(2年目) トウモロコシ2期作			トウモロコシ(1作目)			トウモロコシ(2作目)				

図 1. 2011～2012 年にかけて実施する 2 年 5 作体系（※は生産者が実施）

(2) 今年度試験での主要な供試機械名：レーザーレベラ、不耕起コーンプランタ（KINZE）、フォレンジハーベスタ（C2200）、細断型ロールペーラ（MW1020）

(3) 試験条件

ア. 圃場条件

水田圃場（25a 圃場 2 筆（傾斜圃場および均平圃場））、飼料作圃場（70a 圃場 1 筆）

イ. 栽培・調製の概要

a) 水田圃場（オオムギ → 飼料イネ）

1) 栽培様式：傾斜圃場（傾斜度 0.5‰）、均平圃場（水平処理）の 2 圃場を用い、オオムギ、飼料イネを栽培した。品種名、主要な作業等は表 1 に記載。

2) 施肥：オオムギ、飼料イネとも窒素、リン酸、カリを基肥として 5.6kg/10a 施用、追肥無し。

- 3) 除草・病害虫防除：オオムギ（無し）、飼料イネ（地域の慣行により実施）  
 4) 調査項目：オオムギ（出芽数、初期生育、収量、地表5cmの土壤水分の推移）  
 飼料イネ（初期生育、収量等）

b) 飼料作圃場（イタリアンライグラス → 飼料用トウモロコシ二期作）

- 1) 栽培様式：イタリアンライグラス、トウモロコシ二期作とも品種、主要な作業等は表1に記載。  
 2) 施肥：土壌診断によりリン、カリは圃場内に十分存在していたことから、施肥は窒素のみとした。イタリアンライグラスは基肥はなく、2月中旬に窒素4.2kg/10aを施用した。飼料用トウモロコシは、1作目は窒素を8kg/10a施用（内4kgはLPコートS80を使用）、2作目は窒素を10kg/10a施用（内5.6kgはLPコートS80を使用）。  
 3) 除草・病害虫防除：イタリアンライグラスは防除無し。トウモロコシは1作目、2作目とも鳥害予防のためチウラム水和剤を種子処理した。また除草剤として1作目はグリホサートカリウム塩剤およびニコスルフロン乳剤、2作目はニコスルフロン乳剤のみを使用した（表1）。  
 4) 収穫・調製：イタリアンライグラスはモアによる刈り払い後、反転・予乾し、ピックアップアタッチメントを装着したフォレージハーベスタ（C2200）で集草、細断型ロールペーラ（MW1020）でロールペールサイレージ調製した。トウモロコシは2作ともフォレージハーベスタ（C2200）で収穫し、細断型ロールペーラ（MW1020）でロールペールサイレージ調製した（表1）。  
 5) 調査項目：収量、サイレージの発酵品質（トウモロコシは1作目のみ）、播種作業時間等

表1. 主要な作業日程と栽培概要

対象作物・品種	主要な作業	概要	作業日
水田圃場	均平化作業	レーザーレベラ処理（水平のみ）	2011年12月上旬
	傾斜化作業	レーザーレベラ処理（0.5%）	2012年1月7日
	オオムギ 「ニシノホン」	播種 播種量12kg/10a、条播（条間14cm）	1月9日
	収量調査	坪刈り調査（1㎡×4ヶ所）	5月28日
飼料イネ 「タチアオバ」	移植	畝間30cm、株間22cmで移植 以後は地域の慣行により栽培	6月18日
	収量調査	坪刈り調査（1.32㎡×3ヶ所）	10月17日
飼料作圃場	播種作業等	播種量2.5kg/10a、不耕起条播（条間19cm）	2011年9月22日
	イタリアン ライグラス 「優春」	追肥作業 施肥量 4.2kg/10a	2012年2月下旬
	収量調査	坪刈り調査（1㎡×4ヶ所）	2012年4月26日
	収穫作業	ロールペールサイレージ調製	5月4、5日
トウモロコシ 1作目 「ゆめそだち」	播種作業等	条間81cm、株間16cmで不耕起播種	5月8日
	除草剤散布	グリホサートカリウム塩剤処理	5月8日
	除草剤散布	ワンホープ乳剤処理	6月2日
	収量調査	坪刈り調査（1㎡×4ヶ所）	8月15日
トウモロコシ 2作目 「なつむすめ」	収穫	ロールペールサイレージ調製	8月16日
	残株処理	スライドチョップによる破碎処理	8月16日
	播種作業等	条間81cm、株間16cmで不耕起播種	8月16日
	除草剤散布	ワンホープ乳剤処理	9月5日
トウモロコシ 2作目 「なつむすめ」	収量調査	坪刈り調査（1㎡×4ヶ所）	12月6日
	収穫	ロールペールサイレージ調製	12月9日

3. 試験結果

(1) 水田圃場

a) オオムギ

1) 生育状況

2月16日の出芽数調査では均平圃場 322 本/㎡に対して傾斜圃場 321 本/㎡と差は無かった。また3月9日の調査時でも均平圃場の草丈 8.7cm、個体数 307 本/㎡に対し傾斜圃場の草丈 8.8cm、個体数 318 本/㎡と、圃場条件による差はなかった（表2）。

2) 収量調査

整粒収量は均平圃場の 182kg/10a に対し、傾斜圃場で 309kg/10a と傾斜圃場で約 70%多収となった(表 3)。また生産者が管理している隣接した慣行圃場(湿害対策として溝切りを実施)の整粒収量 212kg/10a と比較しても約 46%多収であった。また傾斜圃場の千粒重は 40.3g、整粒重割合は 95%であったことから、本試験では傾斜圃場でのオオムギ栽培は均平圃場および慣行圃場と比較して多収になる事が示された(表 3)。

## 2) 土壌水分の推移

土壌水分センサ(EC-5、Decagon社)を各圃場に3ヶ所設置し、栽培期間中の土壌水分の推移を調査した。期間中の総降雨量は382mmで(豊後高田市アメダスデータ)、最も降雨のあった期間(4月30日~5月2日、合計44mm)を中心に土壌水分の推移を図2に示した。均平圃場と比較し、傾斜圃場の土壌水分は常に低い傾向にあり、降雨により一時的に傾斜圃場の土壌水分が高まることはあっても、その後は速やかに低下することが示された。なお、他の栽培期間においても同様の傾向にあり、傾斜化は排水対策として有効な事が示された。

## b) 飼料イネ

### 1) 生育状況

主要な生育ステージで生育調査を行ったところ、幼穂形成期までは傾斜圃場および均平圃場の間の生育に差は見られなかったが、出穂期の調査では均平圃場の出穂が早い傾向にあり、やや生育ステージが進んでいたと考えられた(表 4)。

### 2) 収量調査

傾斜圃場と比較して均平圃場では稈長、穂長が長く、穂重割合が高い傾向にあり、乾物収量は傾斜圃場よりも均平圃場で約14%高く、本試験では傾斜圃場は均平圃場よりも収量が低下しており、圃場の傾斜化がイネの生育量を低下させた可能性が考えられた(表 5)。

## (2) 飼料作圃場

### a) イタリアンライグラス

#### 1) 生育状況および収量調査結果

雑草の発生は少なく、播種後32日目の個体数は1070本/m<sup>2</sup>、草丈が25.8cmと良好に生育していた。乾物収量は1回刈りで690kg/10aであった(表 6)。

#### 2) 細断型ロールペーラで調製したサイレージの発酵品質

予乾作業により乾物率が50%後半まで高まり、発酵全体が抑制された結果、C4以上の有機酸は無く、不良発酵はなかった。またV2-scoreは90点代と高く、優れた発酵品質と評価された(表 7)。

### b) 飼料用トウモロコシ二期作

#### 1) 1作目の生育状況および収量調査結果

イタリアンライグラス収穫後、トウモロコシの不耕起栽培を行った。播種時のグリホサートアンモニウム塩剤処理および生育初期のニコスルフロロン乳剤処理によりほぼ完全にイタリアンライグラスの再生草を抑制でき、収穫時に雑草は見られなかった。収穫時の個体数は約6400本/10aで、設定播種量の約8割で、乾物収量は873kg/10aであった(表 8)。

#### 2) 2作目の生育状況および収量調査結果

1作目収穫後、スライドチョッパーで残株を処理し、不耕起栽培を行った。収穫時の個体数は約7800本/10aで設定播種量とほぼ同等で、収穫時の乾物収量は1200kg/10aであった(表 8)。

#### 3) 細断型ロールペーラで調製したサイレージの発酵品質(1作目のみ)

トウモロコシサイレージは乾物率が約30%とやや低かったものの、pHは3.5程度と低く、乳酸発酵が優先していた。またV2-scoreは90点代と高く、発酵品質は優れていた(表 7)。

c) 2年5作体系を通じた収量の評価

昨年度から行った2年5作体系の総乾物収量は4051kg/10a、TDN収量は2736kg/10aであった(図3)。慣行体系との比較として2011年6月から2012年5月まで栽培したトウモロコシ-イタリアンライグラス2毛作を2年間行っていると仮定した場合、総乾物収量は3127kg/10a、TDN収量は2053kg/10aであり、2年5作体系は2毛作連年体系よりも総乾物収量で約30%、TDN収量では約33%高く、収量が向上することが示された(図2)。

d) 不耕起播種機の導入による省力化の効果

飼料用トウモロコシに不耕起播種機を導入した際の作業時間を表8に示した。作付に関わる作業時間は慣行体系が3.12h/10aに比較し、イタリアンライグラスの後作では0.46h/10a、トウモロコシの後作では0.43h/10aであった。本試験では堆肥散布が含まれない点を考慮する必要があるものの、不耕起播種は作業の省力化に大きく貢献すると考えられた。

4. 主要成果の具体的データ

表2. オオムギの生育初期の出芽数、草丈、個体数

	2月16日		3月9日	
	出芽数 本/m <sup>2</sup>	草丈 cm	出芽数 本/m <sup>2</sup>	個体数 /m <sup>2</sup>
傾斜圃場	321 ± 8.2	8.8 ± 1.2	318 ± 9.8	
均平圃場	322 ± 13.1	8.7 ± 1.2	307 ± 10.3	

±は標準誤差。以下の表全て同じ。

表3. オオムギ収量調査結果

	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	整粒収量 g×f	整粒干粒重 g×f	整粒重割合 %
傾斜圃場	65.7 ± 2.0	5.8 ± 0.1	463 ± 35.3	309 ± 27.5	40.3 ± 2.9	95.0 ± 1.0
均平圃場	69.1 ± 2.7	5.6 ± 0.0	318 ± 22.9	182 ± 20.9	40.7 ± 1.2	92.4 ± 2.8
慣行圃場 (参考) ※2	64.0 ± 2.5	5.7 ± 0.1	404 ± 60.2	212 ± 43.7	37.5 ± 1.8	87.4 ± 4.8

※1:2.2mmのふるいを使用, ※2:生産者が管理している隣接の慣行圃場(溝切りを実施)

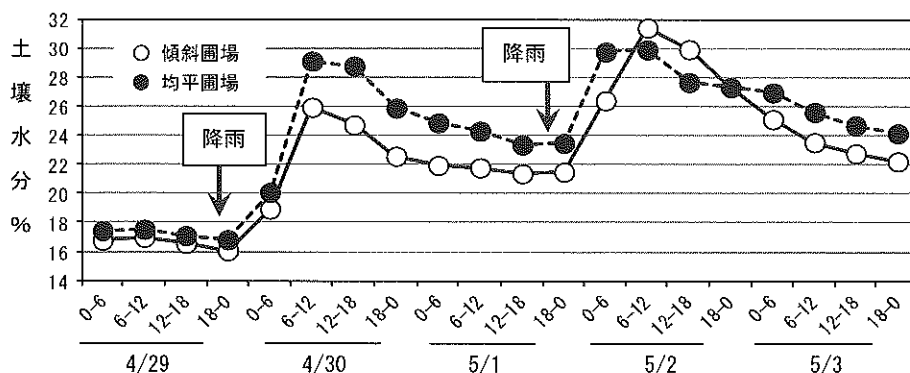


図2. 2012年4月29日~5月3日(期間中の降雨量44mm)の6時間ごとの土壌水分の推移

表4. 飼料イネの生育状況の推移

	7月18日(分げつ期)		8月15日(幼穂形成期)		9月5日(出穂期)		
	草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	穂数 本/株
傾斜圃場	40.4 ± 0.2	15.1 ± 0.8	76.2 ± 0.3	21.7 ± 1.5	86.5 ± 1.5	18.0 ± 0.6	5.4 ± 0.3
均平圃場	41.9 ± 0.4	14.0 ± 1.0	76.2 ± 1.8	21.9 ± 1.7	86.6 ± 1.9	16.1 ± 0.9	10.0 ± 1.1

表 5. 飼料イネ収量調査結果

	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	生草収量 kg/10a	乾物収量 kg/10a	穂重割合 %	乾物率 %	収穫時の生 育ステージ
傾斜圃場	75.5 ± 0.9	20.3 ± 0.2	291 ± 17	3905 ± 107	1254 ± 22	35.9 ± 0.4	32.1 ± 1.0	黄熟期
均平圃場	79.5 ± 2.1	21.6 ± 0.3	308 ± 22	4208 ± 173	1465 ± 36	36.9 ± 1.4	34.8 ± 0.8	黄熟期

表 6. イタリアンライグラス収量調査結果

品種	草丈 cm	茎数 本/m <sup>2</sup>	穂数 本/m <sup>2</sup>	生草収量 kg/10a	乾物収量 kg/10a	乾物率 %	生育 ステージ
優春	94.2 ± 7.8	677 ± 61	597 ± 75	2768 ± 543	690 ± 102	25.6 ± 1.2	開花期

表 7. 細断型ロールペーラで調製したサイレージの発酵品質

区分	処理	乾物率 (%)	pH	有機酸組成(現物%)			VBN mg/100g現物	V2-score 点	評価
				乳酸	C2+C3	C4~			
イタリアン	細断型	56.8	5.1	0.33	0.16	0.00	40.3	94	良
イタリアン	細断型	58.4	4.9	0.68	0.20	0.00	43.3	94	良
イタリアン	細断型	56.7	5.0	0.33	0.17	0.00	43.4	93	良
トウモロコシ	細断型	29.1	3.5	1.92	0.29	0.00	26.4	98	良
トウモロコシ	細断型	28.9	3.5	2.18	0.35	0.00	26.4	97	良
トウモロコシ	細断型	29.5	3.6	2.10	0.35	0.00	29.6	96	良

表 8. 飼料用トウモロコシ二期作の収量調査結果

作期	品種	稈長 cm	着雌穂高 cm	収穫時個体数 本/10a	生草収量 kg/10a	乾物収量 kg/10a	乾雌穂収量 kg/10a	乾物率 %	収穫時 生育ステージ
1作目	ゆめそだち	191 ± 5.2	80 ± 1.6	6379 ± 272	2926 ± 361	873 ± 90	320 ± 49	30.0 ± 0.6	黄熟期
2作目	なつむすめ	190 ± 7.9	70 ± 3.6	7819 ± 412	4082 ± 471	1200 ± 147	456 ± 68	29.5 ± 1.6	糊熟期

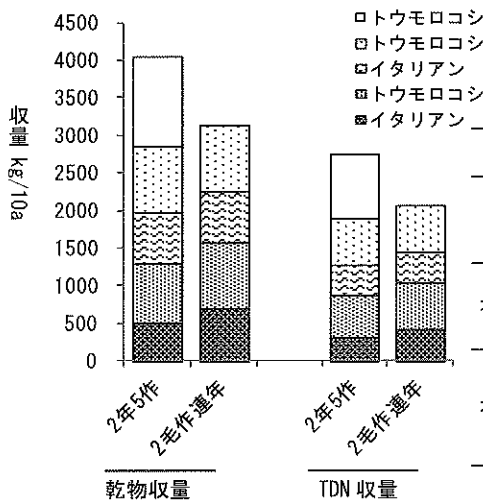


図 3. 作付体系ごとの収量の比較

表 9. 飼料用トウモロコシ不耕起播種作業時間

作物	作業内容	作業機械	作業時間 h/10a
トウモロコシ 慣行播種*	耕耘・播種・基肥		2.23
	追肥・除草		0.89
	作業時間計		3.12
トウモロコシ 不耕起播種(1作目) 前作: イタリアン	播種	不耕起コーンプランタ	0.25
	除草剤散布(2回)	ブームスプレーヤ	0.21
	作業時間計		0.46
トウモロコシ 不耕起播種(2作目) 前作: トウモロコシ	刈株残渣処理	スライドチョッパ	0.17
	播種	不耕起コーンプランタ	0.15
	除草剤散布(1回)	ブームスプレーヤ	0.11
	作業時間計		0.43

※平成 20 年度牛乳生産費統計(農水省)より算出

## 5. 経営評価

圃場傾斜化により排水性が改善し、オオムギの整粒収量は約 70%と大きく向上した。ただし後作の飼料イネの収量は均平圃場より約 14%低下しており、この点は注意が必要である。また 2 年 5 作体系の導入により 2 毛作連年体系よりも乾物収量および TDN 収量ともに約 3 割向上し、圃場生産性の向上に有効な事が示された。不耕起播種は作業の省力化に有効であった。

## 6. 利用機械評価

レーザーレベラを利用した圃場の傾斜化は排水対策として有効な事が示された。また不耕起コーンプランタは播種時間の短縮に極めて有効であった。ただしイタリアンライグラス栽培後の不

耕起播種では設定播種量と比較し、収穫時の個体数がやや減少した。原因として残株や残根により覆土が妨げられたと考えられた。対策として二期作の2作目と同様に不耕起播種前にスライドチョップのように残株を物理的に破碎する処理を行う事が有効と考えられた。汎用型のフォーレージハーベスタおよび細断型ロールベアラで収穫・調製したサイレージの発酵品質は優れており、長大型飼料作物および牧草のいずれの収穫・調製作業にも適していると考えられた。

#### 7. 成果の普及

本試験で得られた成果について講習会等で紹介し、普及を計る。

#### 8. 考察および9. 問題点

水田圃場試験では傾斜圃場で後作の飼料イネの収量が低下していた。同様の処理を行った試験では、水稻作に影響を与えないとする報告もあり、この点は追試が必要と考えられる。飼料作圃場試験では2年5作体系の導入は圃場生産性の向上に有効であった。また1年目と2年目の体系を並行して行うことで作業を分散できるため、汎用できる播種機や収穫機を利用した飼料作を行う際に有効と考えられる。今後の改良点としては、より多収となる草種・品種の検討や、また、播種期と収穫期の分散が可能な作付体系を提案する必要があると考えられた。

#### 10. 参考写真



写真 1. 傾斜圃場と均平圃場(オオムギ生育初期、3月9日)



写真 2. ピックアップアタッチメントを装着したハーベスタ



写真 3. ロータリクroppヘッダを装着したハーベスタ



写真 4. 不耕起コーンプランタ