

委託試験成績（令和4年度）

担当機関名 部・室名	宮崎県畜産試験場 酪農飼料部
実施機関	令和4年度～令和5年度、新規
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	飼料作物栽培におけるロボットトラクターを用いた省力化の検討
目的	近年、畜産飼養管理においてICT技術を活用したシステムや監視カメラ等の導入が進んでいるが、自給飼料生産に関する取り組みはまだ少ない状況である。しかし、農家の高齢化や担い手不足の問題を解決するためにも自給飼料生産における省力化、軽労化は喫緊の課題である。 そこで、ロボットトラクターを活用した自給飼料生産におけるオートメーション化の為、データ集積や実証化に向けた技術の確立を図った。
担当者名	宮崎県畜産試験場 酪農飼料部 主任研究員 黒木 邦彦
<p>1. 試験場所 畜産試験場内試験ほ場（宮崎県西諸県郡高原町5066）</p> <p>2. 試験方法 (1) 供試機械名 ロボットトラクター YT5113A (2) 試験条件 ア. ほ場条件 黒ボク土 イ. 栽培等の概要 作物名 子実用トウモロコシ・飼料用トウモロコシ 堆肥散布 3月中旬 耕起 3月下旬 施肥 3月下旬 碎土・整地 3月下旬 播種 4月上旬（直進性比較を実施） 除草 播種後土壌処理 収穫 8月下旬 飼料用トウモロコシ及び子実用トウモロコシ栽培を行う上で必要となる作業をロボットトラクターでの無人作業に置き換えることの可否を検証し、作業特性の把握を行った。 また、子実トウモロコシの収穫には、ヤンマーアグリジャパンの協力により汎用コンバイン YH700M を用いて収量について調査を行った。</p> <p>3. 試験結果 【耕運・整地】 子実用及び飼料用トウモロコシの栽培にあたり、ほ場の耕運及び整地をロボットトラクターで行った。それぞれの作業についてはロータリーとバーチカルハローを使用し、無人作業で作業可能な領域と有人作業が必要な面積の割合を調査した。（写真1, 2） ほ場全体に対して有人作業が必要となる面積は、ほ場外周の1から2周分となり、作業面積が広いほど無人作業でまかなえる面積の割合が大きくなった。</p> <p>【トウモロコシ播種】 子実用及び飼料用トウモロコシの播種についてロボットトラクターを用いて無人作業と有人による播種作業の比較を実施した。（写真3） 播種作業では、枕地作業を除いた直線部分のみ無人作業で行ったが、収穫時の切り返し部分を確保するため作業に対するロスは認められなかった。 また、ジェットシーダーを用いた播種作業においては、有人作業と比較してロボットトラクターの直進性が良い結果となった。</p>	

直進性を確認するため、発芽したトウモロコシの条の両端に水糸を張り、両端の中心線から株のズレを計測した。(写真4)

ロボットトラクターによる播種後のズレの平均は 8.2cm、最も中心からずれた株で中心から 20.5cm、中心から左右のズレの幅は 21.5cm となった。

一方、有人作業による播種作業による株のズレの平均は 10.6cm、最も中心からずれた株で中心から 25.0cm、中心から左右のズレの幅は 38.0cm となった。(表2)

ロボットトラクターによるズレは中心から一方方向へのズレが多く左右の振れ幅は少ない状況となった。(図1)

一方有人作業では中心から左右どちらにもずれたことから、ズレの平均以上に株の振れ幅が大きく収穫時のロスが発生することが予想された。

(図2)

【除草剤散布】

播種後の雑草対策として、土壌処理タイプの除草剤をブームスプレーヤーで散布した。薬剤散布幅が 9.3メートルと幅が広がったが、切り返し時であってもブームがほ場領域からはみ出すことはなくまんべんなく散布を行うことができた。(写真5)

広い散布幅を有人作業で実施した場合には、散布モレや散布が重複し過剰な薬剤散布の懸念があるが、ロボットトラクターの使用により薬剤を過不足無く散布することが可能であった。

【トウモロコシサイレージ収穫】

コーンハーベスターによる飼料用トウモロコシの刈取りを行った。刈取った収穫物は細断型ロールベラーを用いて梱包しラップサイロとして収穫・保管を行った。

収穫作業には無人のコーンハーベスターと有人の細断型ロールベラーの2台のトラクターを組み合わせ1人のオペレーターが2台のトラクターを制御しながら作業を行った。細断型ロールベラーをけん引する有人トラクターで、無人トラクターの監視を行いながら刈取った飼料用トウモロコシをキャッチし梱包を行った。(写真6)

ロボットトラクターでの刈取りにあたっては、事前にロボットトラクターを用いた播種作業を実施することにより条の直進性が向上することで刈取り時にロボットトラクターで刈取りを行っても条のズレによる踏み倒しや収穫ロスの発生が少なく抑えられた。

一方でロボットトラクターによる刈取りにおける注意点は、牧草刈取りと同じく過負荷でも一定の作業を継続することから、雑草の多いほ場等でコーンハーベスターの詰まりが起った場合である。PTOの回転数や作業速度が一定のため詰まりの除去ができず作業が中断し、手作業で詰まりを除去することが発生した。

オペレーターが作業すれば、エンジン回転の上昇や、速度を落とすなどの対処で詰まりを防げることがあるところがロボットトラクターとの差異であった。

【子実用トウモロコシ収穫】

子実用トウモロコシの収穫作業を汎用コンバインで行った。(写真7)

収穫においてコンバインの作業性は播種時の歪みが少ないほど作業効率は良好であった。

また、今回利用したコンバインは作業スピードの速さと、子実のみを選別する機能に優れており、子実の中のコーンコブ等の混入は非常に少なく、高品質な収穫物が得られた。

子実トウモロコシの収量については、平均で 768kg/10a の収量を確保した。また、熟期の違いや水分量の状況を確認し、子実トウモロコシ栽培の知見を得た。(表3)

さらに、子実の保管には米麦用循環式乾燥機により水分量を減らして貯蔵する方法と、乳酸発酵によるサイレージ発酵で貯蔵する方法の2種類を設定しており、サイレージ保管ではフレコンバックごとラッピングして密封する方法と、フレコンバックに内袋を施し保存する方法についての比較を行っている。今後保存性や飼料調製、給与に至る検証を実施予定としている。(写真8,9,10,11)

【対応できない作業】

当場が所有するマニュアルスプレッダーでの堆肥散布や、ローラーを用いた鎮圧作業では作業機が折れ曲がるけん引作業のため、ロボットトラクターでは作業できなかった。
また、土壌反転作業を行うプラウに関しても、作業中は反転した溝にトラクターの片側のタイヤを落とし、溝をガイドにして耕運するため、車体が傾いた状態で作業するとGNSSとの位置関係に誤差が生じ正確な運用ができない。
今後は、これらのロボットトラクターで運用できない作業機を有人トラクターで操縦し、無人のロボットトラクターとの協調作業を行う組合せを検討することで作業の省力化を図る取組を進めていく。

4. 主要成果の具体的データ

表 1. 畜産試験場で確認したロボットトラクターでの作業可能な作業機一覧

作業機械	作業内容	備考
ロータリー	耕運	
バーチカルハロー	整地	
ジェットシーダー	播種	条蒔き時の直進性が良好
ブームスプレイヤー	薬剤散布	散布漏れや過剰散布が発生しない
コーンハーベスタ	トウモロコシ刈取り	

表 2. トウモロコシ播種におけるズレの比較

	株数 (本)	ズレの平均 (cm)	左最大 (cm)	右最大 (cm)	ズレの両端の幅 (cm)
ロボットトラクター	880	8.2	20.5	1.0	21.5
有人トラクター	780	10.6	13.0	25.0	38.0

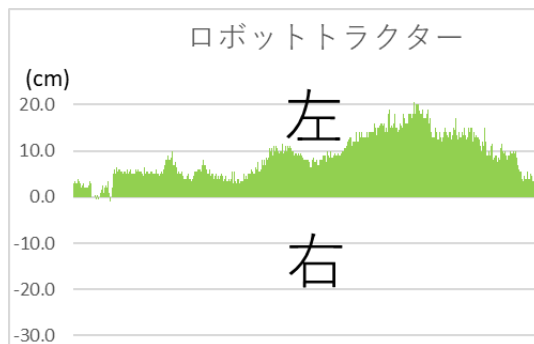


図 1. ロボットトラクターの直進性

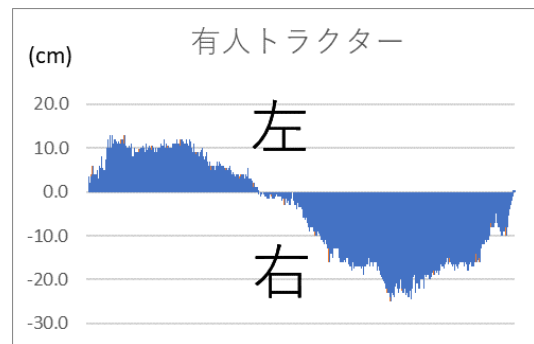


図 2. 有人トラクターの直進性

表 3. 子実トウモロコシの栽培概要

品 種 名	播種日	収穫日	日数 (日)	条間 (cm)	株間 (cm)	面積 (㎡)	現物収量 (kg)	反収 (kg/10a)	水分率 (%)
パイオニア108日	4月4日	8月19日	137	75	18	2,505	1,611	643.1	25.6%
スノーデント110						9,018	7,239	802.7	28%以上
合 計						11,523	8,850	768.0	-

①パイオニア108日



②スノーデント110



5. 経営評価

現在、畜産試験場においてロボットトラクターについて様々な角度から検証を行っており、今後活用の幅は広がるものと考えます。

経営にロボットトラクターを導入するにあたっては、通常のトラクター導入に追加でコストが発生することとなる。一方で無人作業による人件費分の削減効果が見込まれるため、インシヤルコスト上乗せ分の価値は十分見込ませる。

特に、多くのほ場を耕作する大規模畜産農家やコントラクター、集落営農組織などは特にメリットを活用することが可能である。

今後もデータの積み上げにより有効な活用方法や、コストに見合った運用方法について検証を実施していく。

6. 利用機械評価

【ロボットトラクター YF5113A】

多くの作業面積が必要となる飼料作物栽培においては、ロボットトラクターの正確性、直進性、省力化の効果は非常に高い。

飼料価格の高騰中の現在では、さらなる飼料自給率の向上が求められており、ロボットトラクターとの協調作業による省力化は非常に有効な取組となる。

また、人件費も高騰しており大規模経営や多くの面積を耕作する組織にとっては、省力化の効果がこれまで以上に重要となってくるものと考えます。

【普通型コンバイン YH700M】

当場において初めての取組となる子実トウモロコシの収穫に使用した。

作業スピードの速さと、子実のみを選別する機能に優れており、子実の中のコーンコブ等の混入は非常に少なく、良好な収穫物が得られた。

7. 成果の普及

ロボットトラクターの活用事例や子実トウモロコシの栽培事例は、様々な機会を通じて県内農家へ発信を行っている。

特に、ロボットトラクターの運用に当たっては、県内のコントラクターを募った現地研修などを開催し当場の取組を発信している。

今後も効率的な飼料生産が可能となるようデータの蓄積と発信を続けていく。

8. 考察

畜産経営は農家戸数の減少に反比例して、一経営あたりの平均飼養頭数の増加が進んでおり、多くの飼料生産が必要となっている。今後、ほ場をより効率的に活用したり、作業の効率化、省力化を目指していく上ではスマート農業を利用した機械のサポートが不可欠である。

畜産県である宮崎県での自給飼料生産のためにも今後とも農家へ向けた発信を続けていく。

9. 問題点と次年度の計画

ロボットトラクター運用に当たっては、導入コストに見合った利益がどれほど得られるか不明確で導入を迷う経営体が多く見られる状況にあると思われる。

今後さらなる効率化が求められる畜産経営においてロボットトラクターの活用法やメリットを具体的に伝えていく必要がある。

次年度以降は、飼料生産におけるロボットトラクターの活用方法、協調作業で得られるメリットを数値化して具体的に示していくこととしている。

10. 参考写真



写真1. ロータリー耕運



写真2. バーチカルハローによる整地



写真3. ジェットシーダーによる播種



写真4. 直進性調査で用いた水糸,カメラ,定規



写真 5. ブームスプレーヤーによる除草剤散布



写真 6. コーンハーベスターの協調作業



写真 7. 子実トウモロコシの収穫



写真 8. フレコンラップ法による貯蔵



写真 9. 貯蔵中の子実トウモロコシ



写真 10. 内袋保存中の子実トウモロコシ



写真 11. 内袋保存中の子実トウモロコシ



写真 12. 傾きながら作業するプラウ