

データ駆動型スマート自給飼料生産・飼養管理システムによる持続可能な酪農産地形成の実証

有限会社デーリィサポート、野原牧場(北海道帯広市)

背景及び取組概要

＜経営概要 コントラクター: 牧草・トウモロコシ播種・収穫作業請負等 延べ2,000ha、
うち実証区 トウモロコシ収穫690ha、 実証酪農家: 経産牛飼養頭数 100頭＞

○ 地域内の粗飼料生産を請け負うコントラクターの作業効率化と産地全体の収量・品質向上および酪農家の飼養管理の効率化に向け、

- ① マップを使った圃場情報・作業工程管理のモニタリングシステム導入により、コントラクターの計画・実行・記録をスマート化。
- ② 収穫適期、収量予測システムを用いたトウモロコシの適期収穫により、地域全体の飼料生産量と品質を底上げ。
- ③ 乳量予測システムの導入により、個体の乳量推移から、AIが繁殖適期の判断や疾病予防をサポート。

農作業専用の進捗共有・記録システム

・作業状況の見える化によるコントラクター作業の効率化



収穫適期予測システム

・メッシュ気象データを用いた圃場単位の収穫適期予測の提示



収量予測システム

・ドローンや衛星データを用いた圃場ごとの予測収量の提示



乳量予測システム

・泌乳曲線の予測から、繁殖計画や疾病予防



国産飼料生産管理システム

・自給飼料のトレーサビリティ見える化



作業受託業務
収穫作業

トウモロコシ収穫
スケジュール

収穫量の把握
バンカー準備や
飼料計算

乳牛飼養
管理

飼料生産
履歴と
乳製品

目標に対する達成状況(目標)

実証課題の達成目標

- 1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

コントラクターへの農作業専用の
進捗共有・記録システムの導入

→受託圃場ごとの作業進捗状況の見える化と共有化

→作業計画および収穫作業の効率を10%向上

- 2) 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

収量予測、収穫適期予測システムを利用した作業計画の実行

→トウモロコシの収量を10%向上とサイレージ品質向上

乳量予測システムの導入による適切な繁殖管理と疾病検知

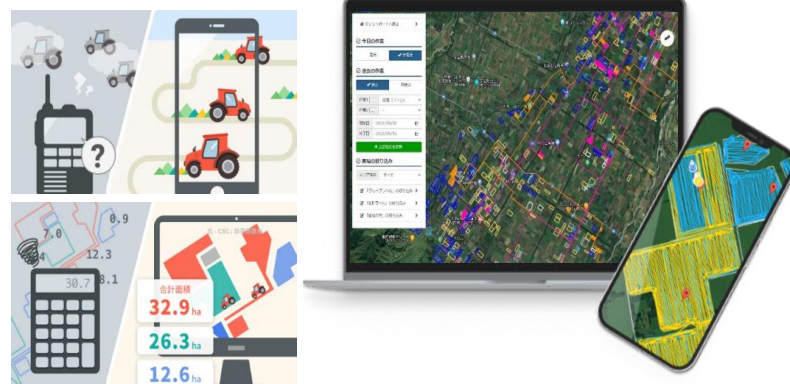
→導入酪農家における年間出荷乳量の5%増加

- 3) 産地における経営全体の改善についての目標

コントラクターの作業効率化

→適期収穫のためのスケジュール策定と実行で産地全体のトウモロコシ収量増加

→コントラクター利用農家による農作業専用の進捗共有・記録システムのシェアリング利用とコントラクターとの情報共有の促進



目標に対する達成状況

目標に対する達成状況

1) 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

農作業専用の進捗共有・記録システムの導入により

○ コントラクターにおけるトウモロコシ収穫作業受託にかかる事務作業時間が58%削減(図1)した。これは、事務作業1週間に相当した。

○ 効率的な作業進捗により、1日あたりのトウモロコシ収穫作業面積は7%増加(図2)した。

以上により、作業効率10%減少は概ね達成した。

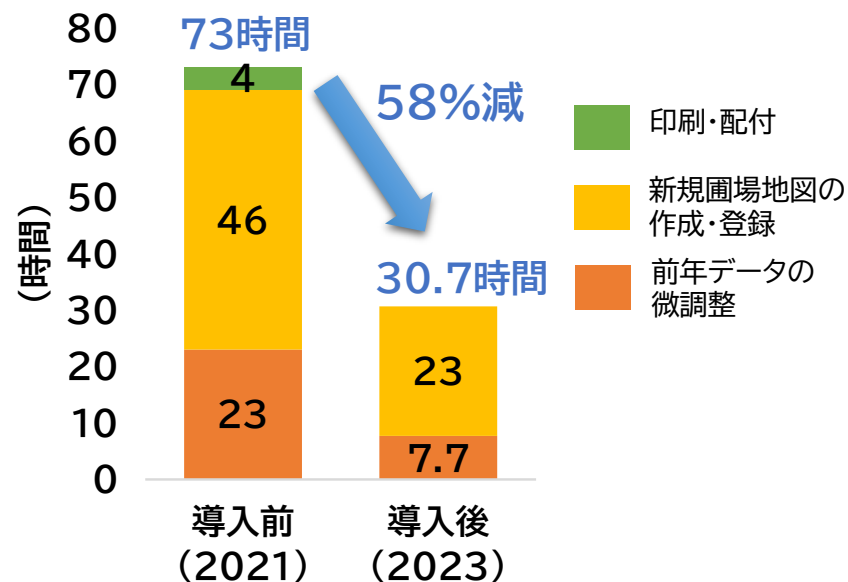


図1. トウモロコシ収穫作業受託にかかる事務作業時間

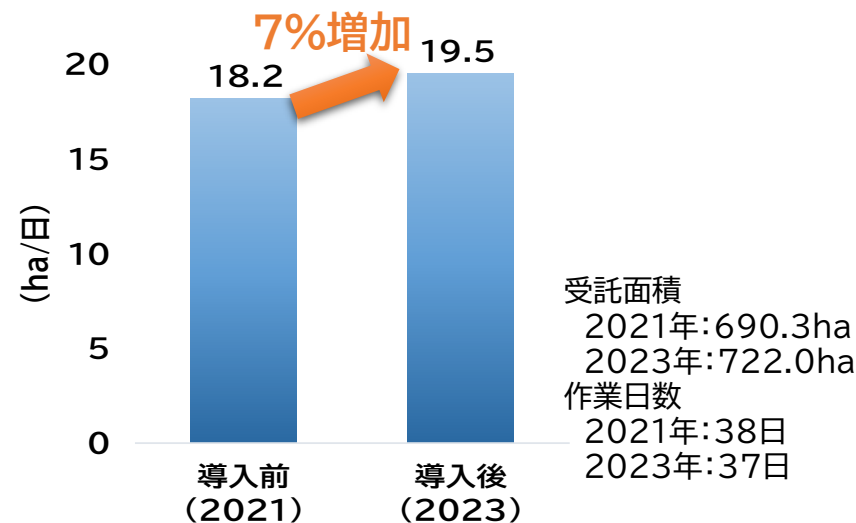


図2. 1日あたりのトウモロコシ収穫作業面積

目標に対する達成状況(つづき)

2)生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

- 2023年(収穫適期予測システム導入年)の異常高温により、haあたりの原物収量は減少したものの、実証農家のTDN含量増加により
→**TDN収量(t/ha)が最大で10%増加**(図3)。

3)産地における経営全体の改善についての目標

- 農作業専用の進捗共有・記録システムの導入で1日あたりの作業面積が増大し、コントラクターによる**産地全体のトウモロコシの収穫面積は約5%増加**(図4)した。
今後、コントラクター作業員による農作業専用の進捗共有・記録システムの利用習熟度の向上が見込まれることに加え、地域内では耕種農家からの作業委託面積の拡大もあり、コントラクターでは収益増の見通しである。
- トウモロコシの推定TDN収量が10%増加した。今後、収穫適期予測システムの活用による収量ロス低減で、**購入飼料費の削減による経営改善や、飼料自給率の高い産地形成**が見込まれる。

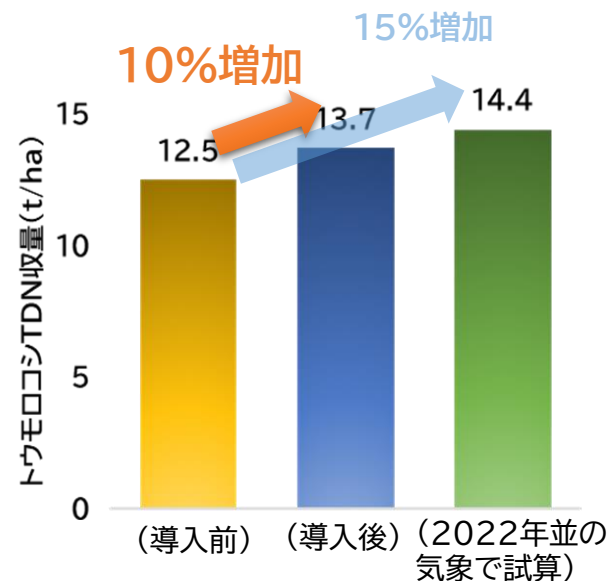


図3. トウモロコシTDN収量

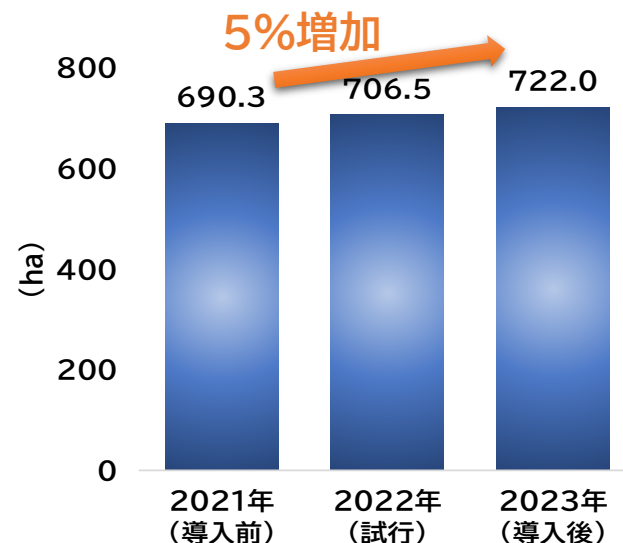


図4. トウモロコシ収穫作業受託面積推移

(令和5年度成果①)

(実証項目別成果1-(3))コントラクターへの作業工程管理システムの導入

取組概要

- 農作業専用の進捗共有・記録システムをコントラクターに導入し、事務作業および収穫作業の効率化を図った。

＜新たに改良した点＞

- ・ トウモロコシ圃場の早晚性グループ分け表示(図5)
- ・ 衛星画像解析結果(収量予測)を地図上で可視化
- ・ コントラクター利用農家も生産履歴と作業委託の情報をシェアリング利用できる「かわにしシステム」を開発(使用システム)農作業専用の進捗共有・記録システム「レポサク - 誰でもできる農業DX」(実証面積/作業日数)
トウモロコシ収穫: 722ha / 37日



図5. 早晚性によるグループ分けと衛星解析画像の表示

実証結果

- トウモロコシ収穫作業受託にかかる事務作業効率58%減
- 収穫作業受託面積5%拡大
- 1日あたりの収穫作業面積7%増
- 数値化しにくい **見える化、共有化、心理的負担軽減の効果あり(図6)**
→次年度以降も**継続利用決定**

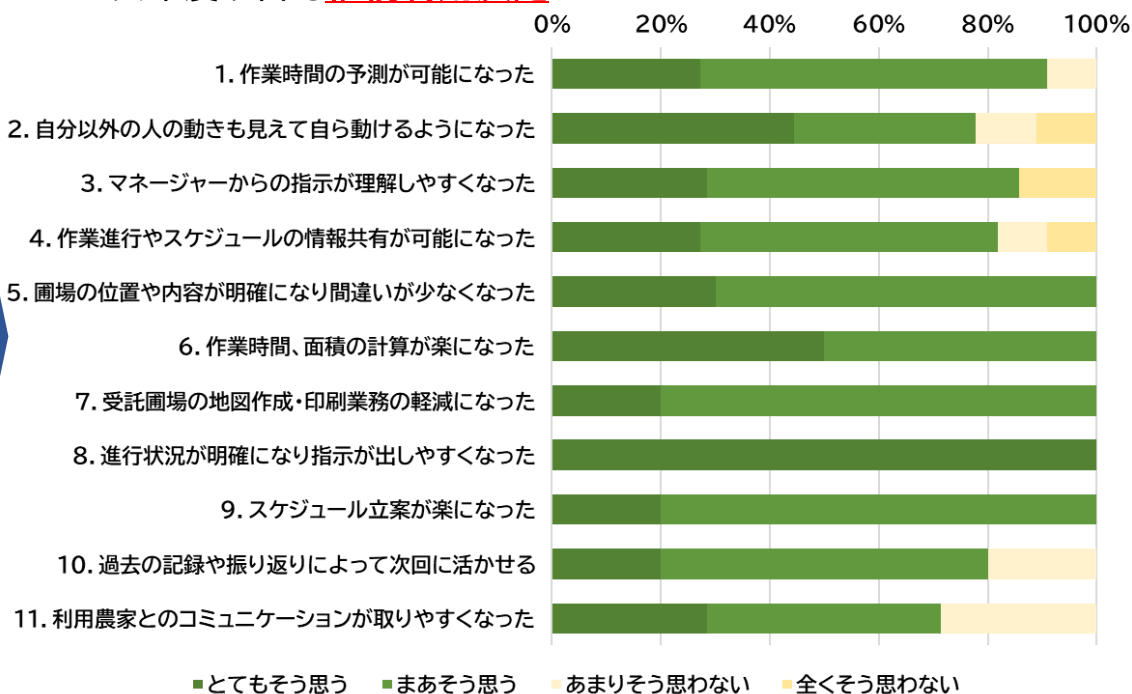


図6. コントラクター職員(11人)への農作業専用の進捗共有・記録システム導入についてのアンケート結果

残された課題と対応

- 作業受託圃場の情報取得の自動化が課題である。

(令和5年度成果②)(実証項目別成果1-(1))メッシュ農業気象データを利用した飼料用トウモロコシ収穫適期予測システムの導入実証

取組概要

- 飼料用トウモロコシ収穫適期予測システムを用い、品種、播種日ごとのトウモロコシ適期収穫日を予測。
→コントラクターの作業日決定
- 予測結果と実際の収穫日とを比較し、未熟・過熟による収穫・利用ロスの発生程度を推定。
→収量向上に向けた地域での検討材料

(使用システム)メッシュ農業気象データを利用したトウモロコシ収穫適期予測システム(道総研開発)
(使用面積)実証地域全域

【工夫した点】

地域、品種、播種日による収穫順位表を作成
簡易に収穫順の決定が可能

収穫の優先順位検討表 (2021年の気象条件下での収穫適期予測に基づく) 道総研畜試

子飼品種	近い品種	地区	早晩性	3日刻みで丸めて表示						9月の日として表示					
				播種日						播種日					
				5/1	5/5	5/10	5/15	5/20		5/1	5/5	5/10	5/15	5/20	
KD254		川西	RM70日クラス	0	0	1	3	4		0	0	3	7	11	
ソリード LG31207			RM75日クラス	0	1	1	3	4		0	1	3	8	11	
エリオット バスファイト8			RM80日クラス	0	1	2	3	4		0	3	4	9	12	
KD320			RM85日クラス	2	3	3	5	6		4	7	9	13	18	
KD421 エスパス99			RM90日クラス	3	4	5	7	8		7	11	14	20	23	
36B08 KD460			RM95日クラス	4	6	8	10	11		11	16	22	30	33	
北交59号 P0704			RM100日クラス	4	7	9	11	13		12	19	25	33	38	
KD254		基松	RM70日クラス	0	1	1	3	4		0	1	3	7	11	
ソリード LG31207			RM75日クラス	0	1	1	3	4		0	2	3	7	11	

実証結果

- システム導入により、適期日の伝達と作業開始日の前倒しは達成できた。2023年は、異常高温により、適期収穫が追いつかず、原物収量は減少したが、2022年並みの気象であれば、収穫ロスが改善することが推察された(表1)。

表1. システム導入前後のトウモロコシ収量

	2022年 (導入前)	2023年 (導入後)	2023年 *
収穫ロス率(%)	6.1	10.1	5.5
収量(原物 t/ha)	56.9	54.1	56.9
TDN収量(t/ha)	12.5	13.7	14.4
産地全体のTDN収量(千t)	8.8	9.9	10.4

2023年*:2022年の気象データを用いて試算

残された課題と対応

- 異常気象年にも早期から収穫準備を開始することができるよう収穫適期予測システムの利用普及を図る必要がある。
- より晩生の品種を作付けするなど、地域全体での温暖化への対応が必要である。
- 圃場ごとの収穫適期予測システムに不可欠なメッシュ農業気象データの民間利用には、WAGRIの利用料が必要となる。

(令和5年度成果③)(実証項目別成果1-(2))リモートセンシングによる圃場の見える化とトウモロコシ収量予測システムの導入実証

取組概要

- ドローン(図7, 8)・衛星・生育モデルの3手法を利用して、トウモロコシ収量を精度よく予測し、目的に応じた使い分けを提示(表2)
- (使用機器) Phantom 4 RTK
- Metashape (画像解析ソフト)
- (実証面積) 実証区: 175ha



図7. ドローン空撮画像

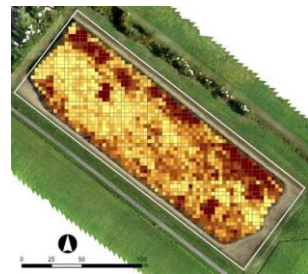


図8. ドローン画像から算出した予測収量

表2. 各予測モデルの比較

予測方法	特徴	メリット	デメリット	コスト	運用
ドローン空撮モデル	予め作った収量との検量線から推定	比較的安価である	圃場ごとにドローン空撮必要	ドローン本体	ドローン空撮、作付情報入手、モデルへの当てはめが必要
衛星画像モデル	ドローンモデルと組み合わせることで、画像解析できれば予測可能	ドローン空撮等の必要なし	画像購入費が必要	産地全体の数ヶ月分の衛星画像を購入	画像契約、モデルへの当てはめが必要
生育モデル	光合成や呼吸、光合成産物の分配を用いるモデル	播種日と気象情報だけで予測可能	品種が限定。圃場管理が反映されない	WAGRI利用料金	データへの当てはめが必要

実証結果

- **誤差10%以内の精度**の高いトウモロコシの収量予測モデルを構築した(図9)。
- 農作業専用の進捗共有・記録システムと連携することにより、マップ上での表示も可能とした。

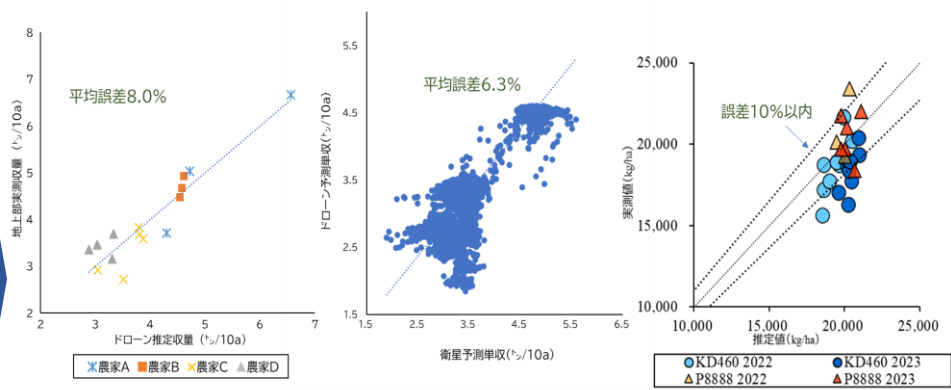


図9. 各モデル(ドローン空撮モデル(左)、衛星画像モデル(中)、生育予測モデル(右))を用いたトウモロコシ収量予測結果

残された課題と対応

- トウモロコシの収量を予測することで、**バンカー資材の準備や来年度の飼料の準備、坪刈り調査作業の代替等**に活用できる。
- ドローン予測手法および衛星予測手法には、地域ごとに数年間のデータ蓄積が、生育モデルには品種ごとのパラメーターの調整が必要である。
- 今後もマニュアルを活用し個別対応等を行う。

(令和5年度成果④)(実証項目別成果)クラウド型乳量予測システムの導入実証

取組概要

乳量予測システムにおける繁殖管理と疾病予兆検知(図10)の導入による乳量増加効果を検証
→実証農家の搾乳システムとの不整合により導入できず過去のデータを用いての試算に計画変更

① 繁殖管理の適正化

→ 乾乳期間と分娩間隔の適正化による生涯生産性向上効果を試算

② 疾病予兆検知

→ 疾病治療後の乳量損失量の試算

(使用機器)AI乳量予測システム(未導入)

(実証頭数)経産牛 100頭

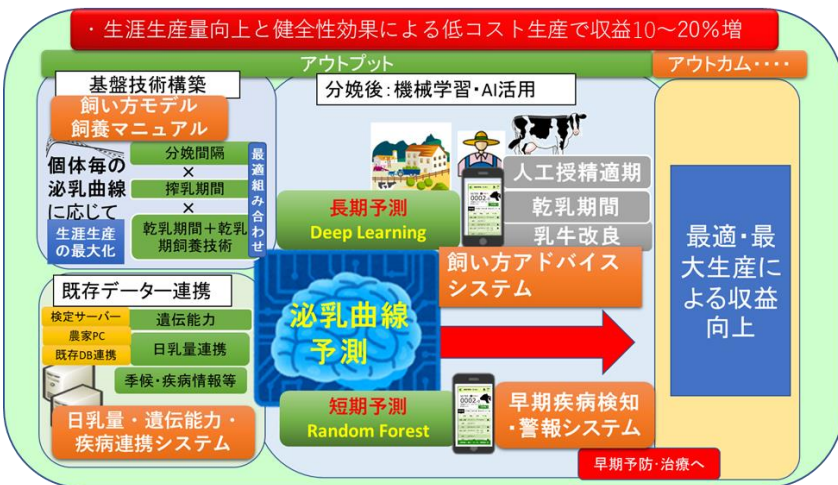


図10.乳量予測システムにおける繁殖管理と疾病予兆検知

実証結果

- ① 繁殖管理の適正化による生涯生産性向上効果を最大4.6%と試算(図11)

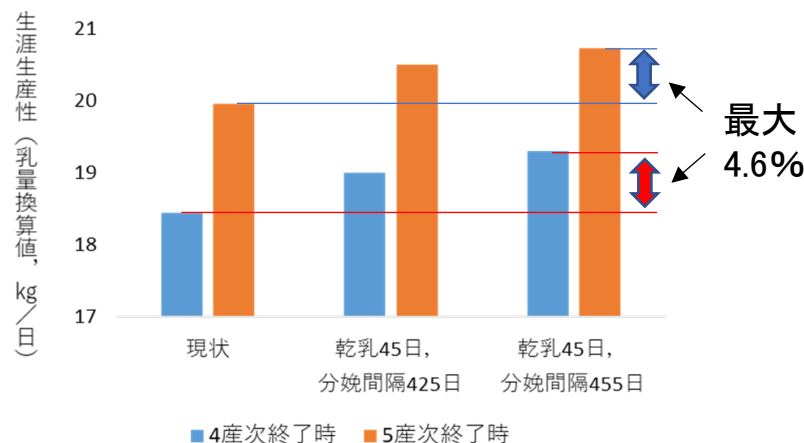


図11.乳量予測システム導入による生涯生産性向上効果

- ② 疾病治療後の乳量損失量は、2産以上の泌乳期疾病で2.6kg/日、このときの乳量損失量は約670kg、74千円/頭と試算された。

残された課題と対応

- システム運用マニュアルを作成した。
- 疾病検知率が低かったことから、画像認識システムやウェアラブルデバイスを組み合わせることで、処置判断が高められる可能性がある。

(実証項目別成果⑤) 生産履歴に基づく環境配慮型乳製品への利用の検討

取組概要

- 自給飼料の生産・利用履歴を記録できる国産飼料生産管理システムを改良し、生乳生産における自給飼料のトレーサビリティを整備(図12)
- トレーサビリティを利用して生乳生産に係る環境影響評価(LCA)を実施
- 乳業メーカーにおける環境配慮、カーボンフットプリント表示製品についての調査および環境配慮牛乳の購入に対する消費者アンケート調査実施

(使用機器) 国産飼料生産管理システム
(実証面積) 実証区: 飼養頭数100頭



図12. イアコーンサイレージロールと生産履歴画面
圃場作業情報やサイレージの品質などの情報を閲覧可能

実証結果

- 自給飼料生産のイアコーンサイレージ(ECS)生産に係る温暖化ガス(GHG)排出量を、生産履歴等から求めた結果、**乾物あたり-1,225g-CO₂eq/kg(GWP100)**と推定された(図13)。

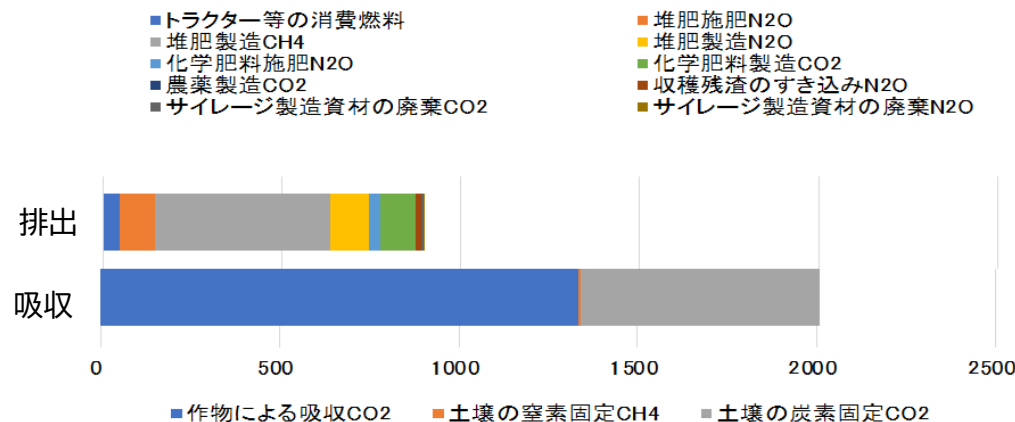


図13. イアコーンサイレージ1kgあたりのGHG推定排出量

- 実証農家において、輸入圧ペンとうモロコシ3.2kgをECS給与量5.0kg/頭/日で代替すると、**3,899g-CO₂eq/頭/日(年間1.19t)**を削減できると推定された。

残された課題と対応

- 環境配慮型乳製品の実現には、国産飼料生産管理システムの普及や、乳業メーカーに対する生乳生産履歴の情報提供が必要である。

(実証項目別成果⑥) スマート技術導入・シェアリング効果の検討

取組概要

【コントラクターの経営評価】

コントラクターにおける、トウモロコシ収穫作業時間、経営収支のデータ収集と解析を行う。

【酪農経営の経営評価】

酪農経営における、適期収穫による単収10%向上の経営効果について試算を行う。

【産地全体での効果の「試算」】

収穫作業時間10%減、トウモロコシ実単収10%増により、コントラクター・酪農家集団の全体所得に及ぼす影響を経営計画法によりモデル的に試算する。

実証成果

【コントラクターの経営評価】

- 作業時間及び経営収支に明確な改善効果は見られなかった(10.2 → 10.7(千円/ha))が、システムの習熟度の向上等により作業効率(ha/時間)が10%向上し、それによる規模拡大(690→767ha)が達成できた場合は、10.2→13.8(千円/ha)の利益増が試算された。

【酪農経営の経営評価】

- **トウモロコシ単収10%向上**が実現した場合、イアコーンサイレージ増産のための栽培面積が生じ、増産分の販売により、**17,480円/頭の利益**が得られることが試算された(図14)。

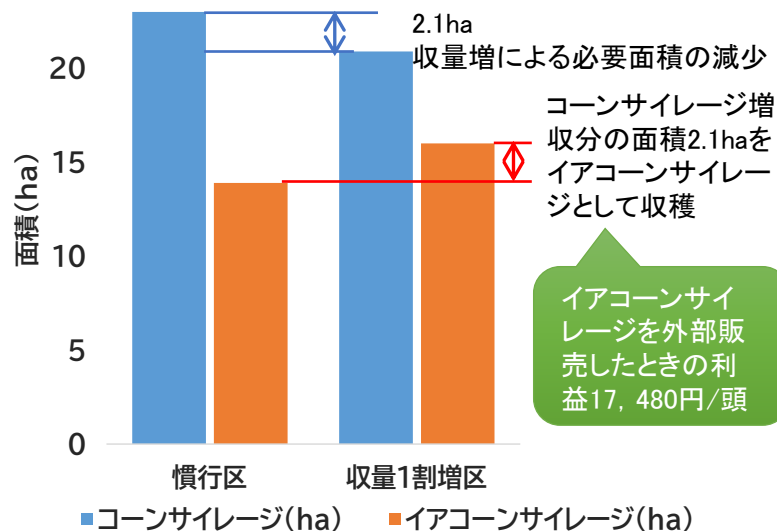


図14. トウモロコシ収量10%増によるイアコーンサイレージ収穫拡大および販売収入(推計)

【産地全体での効果の「試算」】

- 経産牛98頭・経営耕地60haの酪農経営が10戸でコントラクターを組織した場合、対象技術の導入により経産牛当たり5%の所得増が試算された。

実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

技術的な課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	乳量予測システムによる家畜管理	クラウド型AI乳量予測システム	乳量予測システムと酪農家における搾乳管理ソフトとの互換性等の問題で、毎日の乳量の自動転送が不可能となり、システムの導入ができないケースが散見された。 搾乳管理ソフト、PCのメーカー、およびOSの種類とバージョンに応じて乳量の自動転送システムを構築するため、乳量予測システムを導入する際には、事前にシステム技術者と共に導入農家を視察し、搾乳システム管理の状況を確認する必要がある。

○ 問い合わせ先

実証全体・見学申し込み等について

農研機構北海道農業研究センター（e-mail: ueda.yasuko286@naro.go.jp） Tel. 011-857-9268

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>