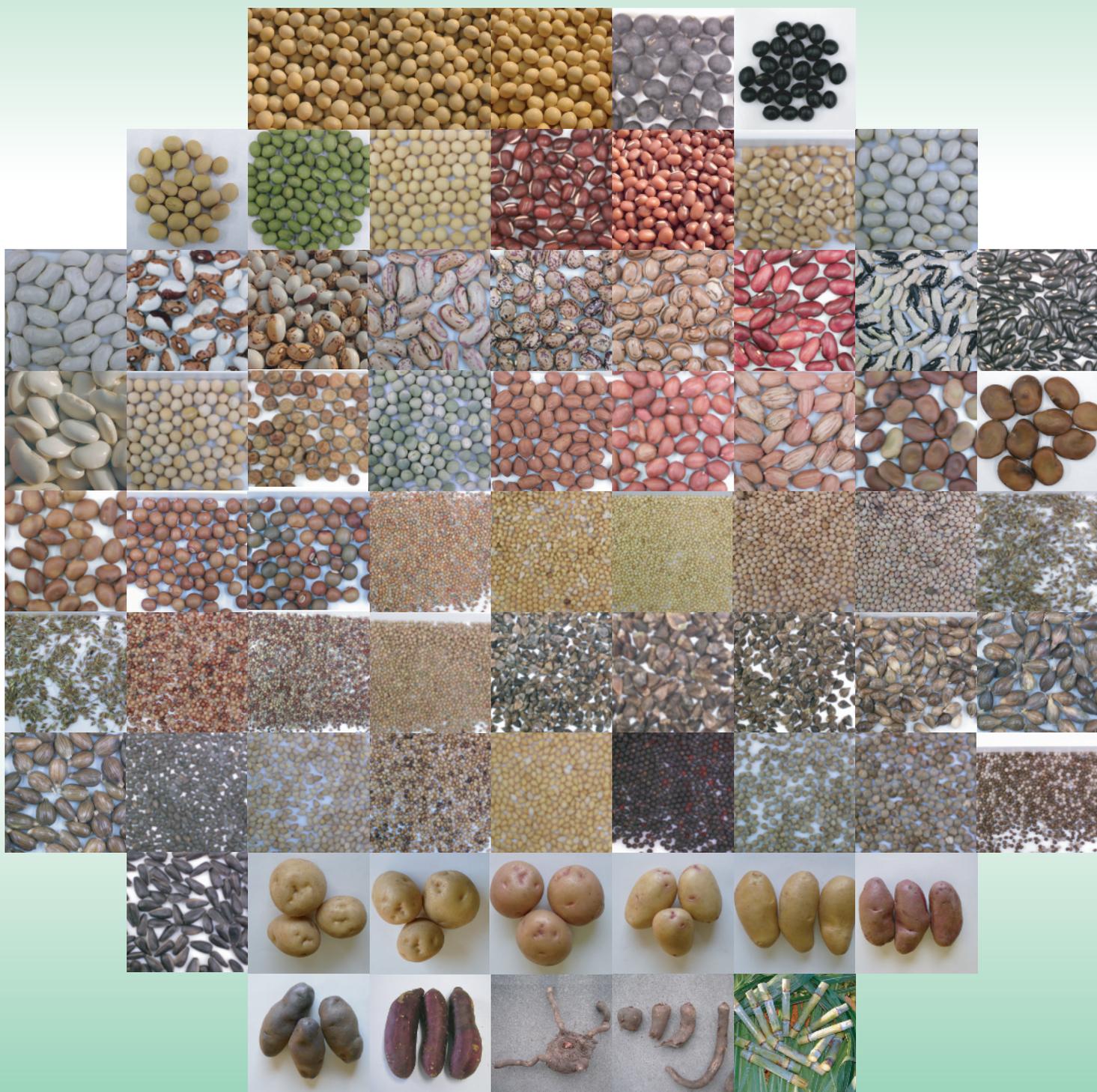


特産種苗

No. 37
2023. 10

【特集】〈子実用とうもろこしの生産・供給〉



表紙の特産農作物名（品種名）

		大豆 (トヨホマレ)	大豆 (トヨコマチ)	大豆 (ユキホマレ)	大豆 (新丹波黒)	大豆 (中生光黒)		
	大豆 (エンレイ)	大豆 (青端豆)	大豆 (納豆小粒)	小豆 (アカネダイナゴン)	小豆 (エリモシヨウス)	小豆 (ホッカシロシヨウス)	いんげんまめ (白金時)	
いんげんまめ (つる有大福)	いんげんまめ (つる有大虎)	いんげんまめ (福虎豆)	いんげんまめ (長鶉)	いんげんまめ (大丸鶉)	いんげんまめ (つる有穂高)	いんげんまめ (大正金時)	いんげんまめ (つる無白黒)	いんげんまめ (つる有黒衣笠)
いんげんまめ (大白花)	えんどう (白エンドウ)	えんどう (豊寿大莢)	えんどう (東北1号)	落花生 (千葉小粒)	落花生 (金時)	落花生 (千葉半立ち)	そらまめ (早生蚕豆)	そらまめ (河内一寸)
そらまめ (天草小粒)	しかくまめ (ウリズン)	しかくまめ (石垣在来)	あわ (南小日紅穀)	あわ (粟信濃1号)	あわ (入間在来)	きび (泰信濃1号)	きび (河内系2号)	ひえ (2B-03)
ひえ (2E-03)	しこくびえ (白峰)	しこくびえ (秋山77-6)	しこくびえ (祖谷在来)	そば (鹿屋ソバ)	そば (階上早生)	そば (岩手本場)	ハトムギ (中里在来)	ハトムギ (黒石在来)
ハトムギ (岡山在来)	ごま (黒ごま)	ごま (白ごま)	ごま (茶ごま)	ごま (金ごま)	なたね (農林8号)	えごま (ジュウネ)	えごま (大野在来)	えごま (新郷在来)
	ひまわり (ノースクイン)	馬鈴しょ (男爵薯)	馬鈴しょ (キタアカリ)	馬鈴しょ (さやあかね)	馬鈴しょ (はるか)	馬鈴しょ (メークイン)	馬鈴しょ (ノーザンルビー)	
		馬鈴しょ (シャドークイン)	さつまいも (ベニアズマ)	こんにゃく	こんにゃく <生子(きこ)>	さとうきび		

(写真・資料提供)

(独)農業生物資源研究所・(独)種苗管理センター・群馬県農業技術センター



子実とうもろこし圃場（令和5年7月）
（JA古川提供）



子実とうもろこし生育状況（令和5年7月）
（JA古川提供）



コンバイン収穫（令和3年10月）
（出来島種子生産組合提供）



条刈りによるコンバイン収穫（令和2年9月）
（山形県提供）



残穂処理（令和4年10月）
（農研機構東北農業研究センター提供）



収穫された子実トウモロコシ
（出来島種子生産組合提供）

目 次

【特集】 〈子実用とうもろこしの生産・供給〉

カラーグラビア

【巻頭言】

- 子実とうもろこし・飼料・牛のげっぷ…………… 公益社団法人畜産技術協会 副会長 松本 光人 1

【総説】

- 濃厚飼料をめぐる国内生産、輸入の動向…………… 農林水産省畜産局飼料課 寺西 梨衣 3
- 子実とうもろこし品種に求められる形質と品種開発の状況
…………… 農研機構北海道農業研究センター 黄川田 智洋 7
- 水田輪作における子実とうもろこしの栽培体系について
…………… 農研機構東北農業研究センター 篠遠 善哉 12
- 国産子実とうもろこしの家畜への給与技術…………… 農研機構東北農業研究センター 嶺野 英子 19

【主要産地における子実用とうもろこしの生産・供給】

- 1 北海道
北海道子実コーン組合における子実用とうもろこしの生産・供給体制の現状
…………… 北海道子実コーン組合 新発田 修治 24
- 2 青森県
出来島種子生産組合（青森県つがる市）における子実トウモロコシ生産の取組み
…………… 出来島種子生産組合 半田 春男 31
- 3 宮城県
「子実とうもろこし」の大規模実証について…………… 全農宮城県本部米穀部 34
- 4 山形県
山形県における子実用トウモロコシの生産・利用について
…………… 山形県農林水産部畜産振興課 星 光雄 36
- 5 山口県
飼料用トウモロコシの生産をはじめとする地域に高付加価値な循環を生む仕組みの創造と
それを支える体制の構築について
…………… 山口市子実コーン地域内循環型生産・出荷協議会 佐々木 一志 39

巻頭言

子実とうもろこし・飼料・牛のげっぷ

公益社団法人畜産技術協会 副会長 松本 光人

デンプンを主成分とする子実とうもろこしはエネルギー含量が高く、いずれの家畜においても嗜好性が良いことから、世界中で最も利用されている飼料原料である。我が国では、飼料用子実とうもろこしは、ほとんどが配合飼料の原料として利用されている。令和4年度の配合飼料の生産量2,360万トンのうち1,100万トンがとうもろこしである。

配合飼料は家畜の種類や飼養目的に応じて必要な栄養素を含有するように調製されており、エネルギー源であるとうもろこしなどの穀類やタンパク質源となる大豆粕などの、いわゆる濃厚飼料を主原料としている。原料の大部分が輸入され、輸入港に立地する飼料工場で加工される。現在、我が国の養豚、養鶏では給与飼料のほぼ100%、また、酪農や肉牛肥育でも給与飼料の40～60%が配合飼料である。

ところで、令和3年度の調査によれば畜産の経営コストに占める飼料費の割合は、畜種により異なるものの3分の1から3分の2を占める。とうもろこしの国際価格は2014年以降トン100ドル台で推移していたが、ロシアのウクライナ侵攻もあり、昨年8月にはトン327ドルまで高騰した。これでは経営が成り立たない。子実とうもろこしをはじめとする濃厚飼料の輸入依存からの脱却は、我が国の畜産の解決すべき大きな課題である。

もう一つの問題点は、本来草食である牛にも濃厚飼料が多給されていることである。牧草（乾草やサイレージに加工される場合が多い）やワラ類などは、エネルギー含量などは少ないものの牛などの草食家畜にとって栄養源となるだけでなく、反芻などの消化機能を安定させるためにも不可欠であり、粗飼料と呼ばれる。牛、特に乳牛へ濃厚飼料が多給されるのは、牛の生産能力が著しく改良され生産能力に見合う栄養素の供給に濃厚

飼料が必要なためである。しかし、食料との競合を考えれば、粗飼料による牛の飼養が求められる。

ところで、粗飼料の主なエネルギー源はセルロースなどの繊維成分であるが、人間を含め動物はセルロース分解酵素を持っていないので、デンプンと同じグルコースから構成されるセルロースを利用できない。牛も粗飼料を直接利用しているのではない。牛が食べた飼料は第一胃（反芻胃、ルーメン）に生息する微生物により分解される（ルーメン発酵）。すなわち、牛に餌を与えることはルーメン微生物に餌を与えていることになる。

ルーメン内は嫌氣的であり、デンプンやセルロースは水と二酸化炭素までに完全に酸化されることはなく、酢酸やプロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸が生成する。この反応で微生物はエネルギーを獲得し増殖する一方で、短鎖脂肪酸は牛のエネルギー源となる。もし、ルーメンで飼料が完全に酸化されると牛はエネルギー不足になってしまう。一方、ルーメン微生物は牛のタンパク質源となる。ここで重要なことは、ルーメン微生物が必ずしもタンパク質やアミノ酸を直接必要としないことである。尿素などの単純な窒素化合物の給与で年数千kgの乳生産が可能である。よく牛肉1kgを生産するのに穀物が何kg必要かと言われるが、タンパク質について比較すれば無の餌から有の畜産物を生じることが可能と言える。また、人間が利用（消化）可能な必須アミノ酸の生産という視点からすると、養豚も養鶏も穀物生産に比べて環境負荷が大きいとは言えないことが示されている。

短鎖脂肪酸が生成する反応では水素が同時に生じ、メタンに代謝される。牛のげっぷにメタンが含まれているのはこのためである。水素の発生量はデンプンよりセルロースで多く、その結果、メタン産生量は濃厚飼料より粗飼料の採食時に大き

くなる。メタンは燃焼する、すなわちエネルギーを持っており、飼料エネルギーの10%以上がメタンとして失われることも珍しくない。畜産においては、温室効果ガスとして注目される以前からメタン産生の抑制は飼料の利用効率を改善するための課題ではあったが、人間が利用できない粗飼料資源を良質タンパク質に変換する際の副産物、

税と考えられていたことも事実である。

現在、地球環境の保全のためにルーメンからのメタン排出量を最小化する飼養技術の開発や飼料の利用効率が高くメタン排出量の少ない牛の育種などの研究が進められているが、これらは畜産経営の改善にも直接繋がることなのである。

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【総説】

濃厚飼料をめぐる国内生産、輸入の動向

農林水産省畜産局飼料課 課長補佐(企画班) 寺西 梨衣

1. 濃厚飼料の現状

令和4年度の飼料自給率(概算)は、飼料全体で26%、濃厚飼料は13%となっている。農林水産省では、令和2年3月に「食料・農業・農村基本計画」を策定し、飼料自給率については令和12年度までに飼料全体で34%、濃厚飼料は15%まで引き上げる目標を設定している(図1)。

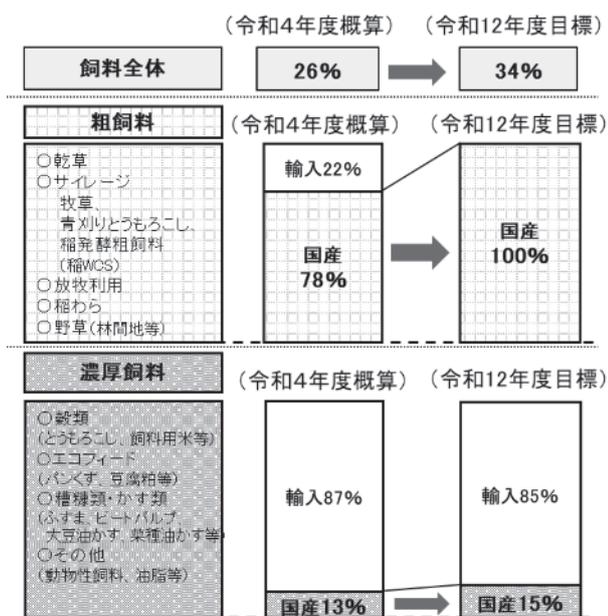


図1 飼料自給率の現状と目標

畜種別の濃厚飼料の給与割合(TDN(注1)ベース)は酪農では50-60%、肉用牛肥育経営では約90%、養豚・養鶏では100%(図2)となっており、供給量の約80%を占めている。この濃厚飼料には、とうもろこし、大豆油かす、糟糠類などが原料として使用されており、そのうち約50%がとうもろこしとなっている(図3)。

注1: TDN (Total Digestible Nutrients) 家畜が消化できる養分の総量。カロリーに近い概念。

畜産業では、複数の飼料原料あるいは飼料添加

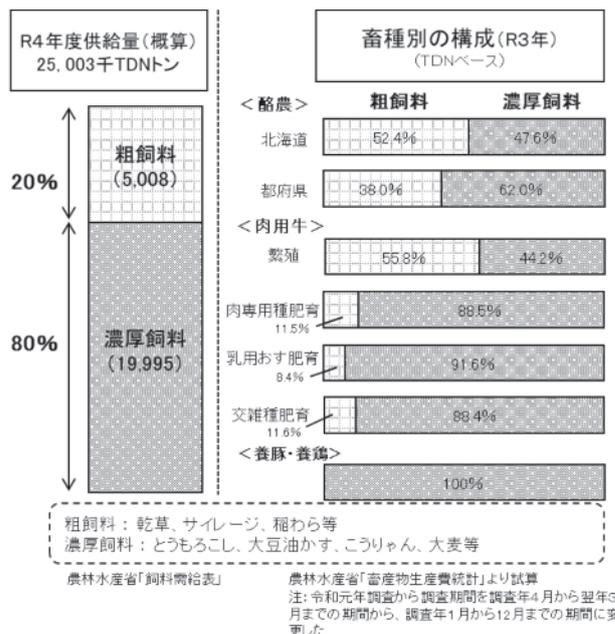


図2 畜種別の粗飼料と濃厚飼料の割合(令和3年:TDNベース)

物を動物の栄養素要求量を満たすように配合して混合した配合飼料が利用されており、国内で配合飼料の原料となっているとうもろこしのほとんどがアメリカやブラジルなどからの輸入に依存している。そのため、配合飼料価格はとうもろこしの国際価格や海上運賃、為替相場の影響を受け変動する。

とうもろこしの国際価格はウクライナ情勢や主産地での収量予測などの影響を受け、高い水準で推移している。また、為替相場などの影響もあり、配合飼料価格は上昇傾向となっている。

令和3年5月に策定した「みどりの食料システム戦略」において、持続的な産業基盤の構築として、輸入割合の高い肥料・飼料等の資材やエネルギー原料調達において、輸入から国内生産への転換を推進することとしており、飼料原料として使用されるととうもろこしはほとんどが輸入に依存し

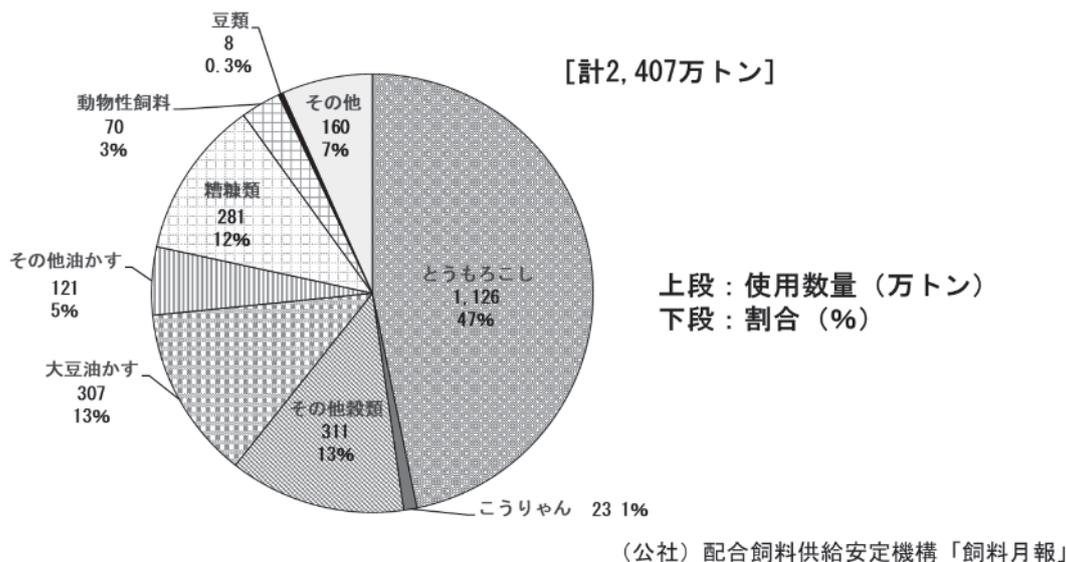
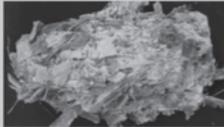
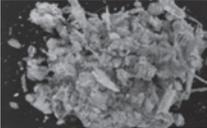
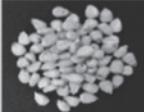


図3 配・混合飼料の原料使用量（令和4年度）

ていることから、国産への転換が求められている。また、令和5年6月に取りまとめられた「食料・農業・農村政策の新たな展開方向」において、食料や生産資材について過度な輸入依存を低減していくため、安定的な輸入と備蓄とを適切に組み合わせつつ、小麦や大豆、飼料作物など、海外依存の高い品目の生産拡大を推進するなどの構造転換を進めていくとされている。

このように「配合飼料価格の高騰」や「みどりの食料システム戦略」、「食料・農業・農村政策の新たな展開方向」、さらに「食料安全保障」の観点から、国産飼料の生産・利用の推進が一層求められており、配合飼料の原料となるとうもろこしの国内での生産が拡大している。

名称（収穫部位）	給与形態	対象家畜	TDN含量※ (乾物中%)
○青刈りとうもろこし 茎,葉,雌穂（子実、外皮、芯）  茎葉	コーンサイレージ※(粗飼料) 	乳牛	65～70
○子実用とうもろこし イアコーン 雌穂（子実、芯、外皮）  子実・芯・外皮	イアコーンサイレージ (濃厚飼料) 	乳牛 肉用牛（肥育）	75～85
子実とうもろこし 子実  子実	乾燥破砕 ハイモイスターシェルドコーン (HMSC)サイレージ (濃厚飼料) 	乳牛 肉用牛 豚 採卵鶏 肉用鶏	90～94

※ サイレージ：牧草や青刈りとうもろこしなどを発酵させた飼料
※ TDN含量：可消化養分総量（TDN）。飼料のエネルギー量を表す。

図4 飼料用とうもろこしの利用部位と利用方法



図5 国産濃厚飼料の生産状況

2. 国産濃厚飼料の生産の現状

国産濃厚飼料として生産されている「子実用とうもろこし」は、とうもろこしの子実のみを利用する「子実用とうもろこし」と、とうもろこしの雌穂全体（子実、芯、外皮）を利用する「イアコン」がある（図4）。子実用とうもろこしは輸入とうもろこしと同様に乾燥した子実を配合飼料原料として利用されるものと、高水分の子実をサイレージ化して利用されるものがある。また、イアコンについては雌穂を破碎してサイレージ化して利用されている。

国産濃厚飼料の生産の取組は、平成20年ごろから北海道で試験栽培が開始され、当初はイアコンサイレージの生産が多く行われていたが、平成30年ごろから子実用とうもろこしの生産が急速に拡大し、令和4年の子実用とうもろこしの作付面積は全国で約1,570haとなっている（図5）。現在、主な生産地域は北海道（約970ha）と東北地方となっており、既存の生産地域においても作付面積が拡大しているが、新たに中国地方や九州地方など全国に栽培地域が拡大している。また、水田の転作作物や畑作物の輪作作物の1つとしても注目されており、近年では特に水田を中心に栽培が拡大している。

3. 国産濃厚飼料の生産・利用への支援

農林水産省では、国産濃厚飼料の生産・利用を

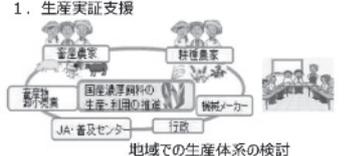
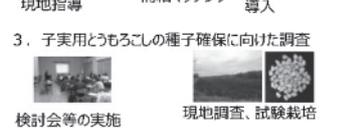
推進するために、令和5年度予算の「畜産生産力・生産体制強化対策事業のうち飼料生産利用体系高効率化対策のうち国産濃厚飼料生産・利用拡大対策」において、地域の実情に合わせた子実用とうもろこしの生産実証の取組を行うための現地指導に係る経費や生産機械のレンタル経費、カビ毒の検査等を支援している。また、本事業では、地域で先進的に子実用とうもろこしの生産に取り組む生産者集団による生産モデルの確立のための生産・調製機械の導入やカビ毒の検査等の取組に支援をしている（図6）。この事業によって、新たに子実用とうもろこしの生産を開始する際の課題の解決と、生産の安定を図ることとしている。

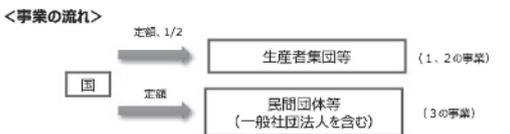
令和4年第2次補正予算の「飼料自給率向上総合緊急対策のうち耕畜連携国産飼料利用拡大対策事業」において、畜産農家等が耕種農家等から長期の利用供給契約に基づき、飼料作物の供給を受け、畜産農家等が耕種農家等に対し、飼料分析・給与情報等を提供する取組に対し支援をしている。この事業の対象作物として青刈りとうもろこしやソルゴー、牧草に加え子実用とうもろこしも支援対象となっている（図7）。本事業によって、飼料作物を生産する耕種農家とそれを利用する畜産農家のマッチングを進め、長期の利用供給契約と耕種農家に対して必要な情報を提供することにより、耕畜連携による安定した高品質の国産飼料の生産・利用を図ることとし、飼料自給率の向上

○ 畜産生産力・生産体制強化対策事業のうち飼料生産利用体系効率化対策のうち
国産濃厚飼料生産・利用拡大対策 【令和5年度予算概算決定額 343(438)百万円の内数】

<対策のポイント>
 国産飼料の増産対策として、**国産濃厚飼料（子実用とうもろこしなど）の生産拡大を図るため、新たな地域での生産体系の実証や先進地域での生産モデルを確立するための取組を支援します。**

<事業目標> [平成30年度→令和12年度まで]
 ○ 飼料自給率：25%→34%

事業の内容	事業イメージ
1. 生産実証支援 ① 国産濃厚飼料生産体系実証推進 新たに生産に取組むため、地域の実情に合わせた生産体系の実証を行うための検討会、専門家による現地指導等の取組を支援します。 ② 国産濃厚飼料生産体系実証 新たに生産体系の実証を行う際に必要な生産機械のレンタル経費、生産・保管・調製に必要な資材の導入、カビ検査の実施等を支援します。	1. 生産実証支援  地域での生産体系の検討 子実とうもろこしの生産実証
2. 生産モデル支援 ① 国産濃厚飼料生産モデル推進 地域で先進的に取り組む生産者集団による生産モデルの確立のため、現地研修会、専門家による現地指導、需給マッチング等の取組を支援します。 ② 国産濃厚飼料生産モデル確立 生産モデルを確立するために必要な生産・調製機械の導入、乾燥調製機の改修・整備等、簡易貯蔵施設の改修・整備、カビ検査の実施等を支援します。	2. 生産モデル支援  現地研修会、現地指導 需給マッチング 生産・調製機械の導入 簡易保管・貯蔵施設の改修等
3. 子実用とうもろこしの種子確保に向けた調査 子実用とうもろこしの種子の確保のため、国内で種子生産が可能なほ場・品種の調査・検討等の取組を支援します。	3. 子実用とうもろこしの種子確保に向けた調査  検討会等の実施 現地調査、試験栽培 調査、検討結果の取りまとめ、報告

<事業の流れ>


6 【お問い合わせ先】畜産局飼料課 (03-3502-5993)

図6 令和5年度予算の概要

を強力に推進することとしている。

4. 最後に

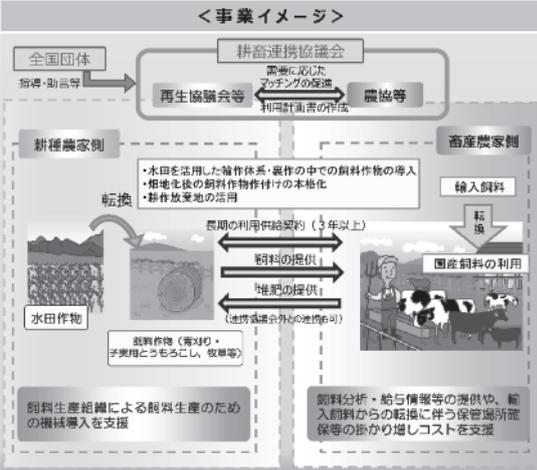
国産濃厚飼料の生産利用の拡大は、輸入飼料に

過度に依存した畜産から国産飼料に立脚した畜産への転換のために重要な取り組みである。このため、子実用とうもろこし等、輸入に代わる国産飼料の開発・普及などが期待されている。

○ 飼料自給率向上総合緊急対策のうち
耕畜連携国産飼料利用拡大対策事業 【令和4年度補正予算額 2,956百万円】

<対策のポイント>
 輸入飼料価格が高騰する中、国内の飼料生産基盤に立脚した畜産経営への転換を推進するため、全国団体等の支援の下、**畜産農家を支援する農協等が、耕種農家を支援する地域農業再生協議会等と協議会を構築し、マッチングを行うことにより、畜産サイドと耕種サイドとが長期の利用供給契約に基づき、国産飼料を供給する等、国産飼料の利用拡大のための新たな枠組みの構築を支援し、飼料自給率の向上を強力に推進します。**

<事業目標>
 飼料自給率の向上 (25% [平成30年度] →34% [令和12年度まで])

事業の内容	事業イメージ
1. 耕畜連携国産飼料利用拡大 ① 国産飼料利用供給推進 協議会のマッチングにより、畜産農家等が耕種農家等から長期（3年以上）の利用供給契約に基づき、飼料作物の供給を受け、当該畜産農家等が耕種農家等に対し、飼料分析・給与情報等を提供する取組を支援します。 【交付対象】青刈りとうもろこし、ソルゴー、牧草 7,800円/t以内 子実用とうもろこし 12,000円/t以内 ※交付対象重量は、国産飼料作物について利用拡大した数量とする。 ② 耕畜連携飼料生産組織取組拡大 ①の取組において飼料生産組織が飼料作物の生産作業を行うのに必要な機械等の導入を支援します。	<事業イメージ> 
2. 耕畜連携国産飼料利用拡大推進（地域推進型） 農協等が地域農業再生協議会等と協議会を構築して行う、畜産農家等と耕種農家等の国産飼料作物の利用供給のためのマッチング活動や、耕種農家等に対する飼料作物生産に係る技術指導等の取組を支援します。	
3. 耕畜連携国産飼料利用拡大推進（全国推進型） 全国団体が行う協議会等に対する指導・助言の取組等を支援します。	

<事業の流れ>


3 【お問い合わせ先】畜産局飼料課 (03-6744-7192)

図7 令和4年度補正予算の概要

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【総説】

子実用とうもろこし品種に求められる形質と品種開発の状況

農研機構北海道農業研究センター寒地酪農研究領域 黄川田 智洋

近年、輸入飼料の高騰により、自給飼料の増産の機運が高まっている中、特に子実用とうもろこしは現場からのニーズも高くなっていると同時に、国の政策の上でも注目されている。この子実用とうもろこしは飼料用とうもろこしの利用法の一つであり、その他の利用法も含め、飼料用とうもろこしは以下のように区分される。

(濃厚飼料)

子実用とうもろこし（子実用とうもろこしとイアコーンを含めた総称）

- ・子実用とうもろこし:完熟子実のみを利用する（収穫期：完熟期以降）
- ・イアコーン：とうもろこしの雌穂全体（穂芯と子実、苞葉を含むこともある）を利用する（収穫期：黄熟後期から完熟期）

(粗飼料)

ホールクロップサイレージ（WCS）：茎葉と雌穂の全体を利用する（収穫期：黄熟期）

これらは利用法が異なるだけで、とうもろこしの種類自体は同じ物である。しかし、これまで公設試験場などで行われてきた飼料用とうもろこしの優良品種（もしくは奨励品種）の品種比較試験は、WCS用としての試験が主であり、完熟期以降における子実収量を主とした試験が行われているところは少ない。そのため、その地域において子実用とうもろこしとしての優良な品種を選定するためには、新たに試験をする必要がある。そこで、子実用とうもろこしの優良品種を選定するにあたり、子実用とうもろこしに求められる形質はどのようなものなのかを解説するとともに、農研機構で進めている子実用とうもろこし品種の開発状況について紹介する。

1. 子実用とうもろこしに求められる形質

1) 利用する品種の早晩性

WCSでは黄熟期収穫（総体乾物率30%程度が収穫適期）であるが、子実用とうもろこしでは完熟期かつ子実含水率30%以下が収穫適期である。そのため子実用とうもろこしではWCSに比べ収穫時期が遅くなる。その地域での収穫可能な時期までに子実含水率30%以下に到達するような品種を選定するには、WCSで利用していた品種よりも早晩性が、より早生の品種を利用する必要がある。また、カタログに掲載されているRM（相対熟度）表記が同じ品種であっても、子実含水率の推移には幅があり、品種間差が存在するため、子実含水率の実データを得る必要がある（表1）。また、水田転換畑などでの子実用とうもろこし栽培を

表1. RM表記と子実含水率の比較

RM(早生)	収穫日		RM(中晩生)	収穫日	
	9月29日	10月20日		10月11日	10月27日
75	32.8	26.7	93	30.7	23.8
75	29.9	23.1	95	31.4	22.0
80	31.5	25.7	95	32.3	27.0
80	29.4	22.3	95	31.6	23.5
80	28.1	22.5	100	33.7	25.2
82	31.0	23.9	100	33.4	25.1
85	31.1	24.2	100	35.2	28.1
85	31.7	26.6	100	34.6	23.5
85	30.2	23.4	105	33.9	29.7
85	31.0	23.2	105	30.5	22.7
85	31.8	23.2	105	39.8	32.0
85	25.6	23.0	105	36.6	31.3
85	34.1	25.5	110	38.0	32.7
90	31.8	26.1	110	40.0	34.1
90	33.5	27.3	110	38.2	32.6
90	31.2	22.1			
90	31.7	22.4			
90	35.2	25.1			
90	35.1	24.6			
93	34.0	25.6			

2022年北農研(札幌)データ。早生8333本/a、中晩生7404本/a。播種日5/16。

早生、中晩生の表記は北海道での早晩性
RM値は各社パンフレットによる。

行う耕種農家は、水稻の作付けを行っていることも多いことから、田植えや稲刈りなどの繁忙期を避ける様にとうもろこしの播種や収穫作業を設定する必要がある。

2) 耐倒伏性

WCSでも子実とうもろこしでも収穫は機械で行うため、倒伏や折損が発生すると収穫ロスが発生し、収量減の大きな要因となる。これまでの耐倒伏性の評価は、直立状態を0°とした際、30°以上傾いた場合を「倒伏」、着雌穂節以下での茎の折れを「折損」と評価していた（「折損」と「倒伏」が同時に発生した個体は「折損」と評価）。特に折損は、雌穂の脱落を誘発することから、折損率の高い品種は避ける。折損は少ないが倒伏が発生する品種においては、30°以上の傾きでも問題なく収穫できる機械も開発されてきたことから、倒伏の程度をさらに30°以上と60°以上の2つに分けて評価することで、機械収穫が可能な範囲での耐倒伏性評価を行うことにより、収量性が高い品種を選びやすくなる。しかし、機械収穫が可能な範囲での倒伏であっても、倒伏がより少ない品種の方が望ましい。

3) 耐病性

葉枯れ性病害についてはWCSと子実とうもろこしとでその重要性やリスクはやや異なるが、WCSでの調査手法や蓄積データの流用が可能である。一方、子実とうもろこしでは栽培期間が長くなることから、赤かび病、根腐れ病のリスクがWCSよりも高くなるため、赤かび病、根腐れ病に対して、より高い耐病性が求められる。

赤かび病については、北海道と本州とで、優占する菌の種類が違うが、発病の特徴などは同じである。赤かび病は自然発病下でも発生は珍しくはないため、その抵抗性に品種間差を見ることが出来る。ただ、赤かび病の発生が見られない年次もあることから、自然発病下での観察を欠かさず行い、品種間差を把握しておくことと、必要な場合は接種検定などを行い、弱い品種を除外していくことが重要である。また、赤かび病は雌穂の虫害との関係性も高いことから、虫害による影響なの

か、遺伝的に赤かび病に弱いのかを分けて考える必要もある。

根腐れ病については日和見的に発生することが多く、接種検定でも安定的に発病させることは難しい。そのため、安定して耐病性評価を行うことはできず、根腐病抵抗性が中程度以上の品種の抵抗性の強弱を決めるのは困難であるが、根腐病抵抗性が弱い品種は、根腐病を頻発することが多いため、弱い品種を見極めることはでき、栽培上リスクが高いと思われる品種の除外は可能である。

4) 耐湿性

とうもろこしは利用用途にかかわらず、湿害に弱い。そのため、水はけが良い圃場での栽培が鉄則ではあるが、子実とうもろこしの導入先として水田転換畑が多くなってきており、子実とうもろこしは収穫期までの栽培期間がWCSよりも長くなることに加え、子実収量は湿害により大きく減収を示すことから、WCS以上に耐湿性が重要となっている。湿害の発生状況は、圃場や地域により異なるため、その見極めは難しい。そもそもとうもろこしでは、水稻のように栽培期間を通して水が張った状況での栽培は想定していないことから、降水量の多い時期である梅雨時の耐湿性が重要である。例えば本州の通常播種（4月から5月播種）であれば初期生育期から節間伸長初期が梅雨時に該当することが多いため、この時期での耐湿性が求められる。とうもろこしの生育ステージの中でも、特にこの時期の湿害は、その後の生育や収量に与える影響が大きい時期でもある。このように、その地域で湿害が問題となる時期での耐湿性を向上させた品種が望まれるが、現状では、育種選抜が難しく、そのような品種は育成されていない。その中で、農研機構では、とうもろこしの近縁種で耐湿性が強いテオシントから耐湿性関連遺伝子をとうもろこしに導入し、耐湿性を向上させる取り組みを行なっている。これまでに耐湿性品種として「那交907号」や、「那交919号」を育成しているが、収量などでまだ改善すべきところがあり、収量性をさらに改善した耐湿性品種の育成を進めている。

5) 粒質

飼料用とうもろこしの粒質は粒の先端がくぼんでいる「デント」タイプと、粒の先端が硬質澱粉で覆われ硬化している「フリント」タイプがある。とうもろこしの粒質は2者のどちらかのタイプということではなく、中間を示すものもあり、粒質は連続的である。子実の加工適性において、軟質澱粉が多い「デント」はコーンフラワーを作るのに適しているのに対し、硬質澱粉の多い「フリント」では、コーングリッツを作るのに適している。子実とうもろこしの利用場面では、圧倒的に飼料としての利用が多く、飼料用では粒質がどちらのタイプでも特に問題はない。一方、食品としての利用の場合、子実に何らかの加工をして商品にすることから、目的の商品に見合った粒質を選択する必要がある。

2. 子実用とうもろこし品種の開発状況

農研機構では、これまでに WCS 用として多数の飼料用とうもろこしを開発してきている。子実用（子実とうもろこしおよびイアコーン）として期待される品種としては、RM95 の「だいち」（2015 年育成）、RM100 の「みとりゆたか」（2020 年育成）があるが、子実用とうもろこし適性についてはこ

れから試験を重ねてその能力を再評価していく。その中で、WCS 用として利用可能であり、高雌穂収量で、子実とうもろこしやイアコーンとしても利用可能な新品種「北交 97 号」（2022 年育成、RM89）を開発したので、その特性について紹介する。

1) 育成の目的と経過

雌穂収量が高く、耐倒伏性、すす紋病抵抗性、ごま葉枯病抵抗性が強い品種の育成を目標とした。「北交 97 号」は、農研機構北海道農業研究センター（北農研）育成で、デント×フリントの単交配品種である。2016 年に北農研で F1 種子の交配採種をし、2017 年に育成者が北農研において生産力検定予備試験を行い、有望性が認められ選抜した。2019-2022 年に道総研酪農試験場（2019 年のみ）、道総研畜産試験場、道総研北見農業試験場、家畜改良センター十勝牧場において地域適応性試験を行った。2021-2022 年に現地試験を遠軽現地圃場にて行った。病害抵抗性に関する特性検定試験を、2019-2022 年にすす紋病抵抗性検定試験、2019 年および 2021-2022 年にごま葉枯病抵抗性検定試験を北農研で行った。また、赤かび病抵抗性検定試験を畜産試験場で 2019 年に、北農

表 2 生育特性¹⁾

場所	品種名	発芽期 (月/日)	初期生育 1-9良	絹糸抽出期 (月/日)	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	倒伏 ²⁾ 個体率 (%)	すす紋病 1-9甚	ごま葉枯病 1-9甚	根腐病徴発生率(%)			收穫時 熟度	有効雌 穂割合 (%)	
										収穫前調査 ³⁾ 萎凋	下垂	下垂			
＜普及対象地域＞															
北見農試 (4 か年)	北交97号	6/02	7.8	7/31	233	98	-	1.2	2.0	0.0	0.4	0.0	0.0	32.3	99.2
	KD418	6/03	6.1	8/03	248	117	-	1.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	100.0
十勝牧場 (3 か年)	北交97号	5/22	6.6	7/26	221	88	-	3.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	33.7	100.0
	KD418	5/24	4.0	7/29	237	103	-	3.7	2.1	0.3	0.3	0.0	0.0	33.4	101.7
平均 (2場所7試験)	北交97号	5/28	7.3	7/29	228	94	-	2.0	2.3	0.0	0.2	0.0	0.0	35.2	99.5
	KD418	5/30	5.2	8/01	243	111	-	2.6	1.9	0.2	0.2	0.0	0.0	糊後黄初	100.7
遠軽現地 (2 か年)	北交97号	6/09	5.3	8/05	202	89	0.0	2.3	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	糊後黄初	100.0
	KD418	6/13	4.5	8/06	209	96	2.8	3.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	糊後黄初	102.5
＜その他の地域＞															
畜試 (4 か年)	北交97号	5/26	6.5	7/30	237	96	2.3	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	黄初	100.0
	KD418	5/28	4.6	8/03	243	104	31.9	2.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	糊後黄初	100.0
北農研 (2 か年)	北交97号	5/24	6.8	7/20	222	94	27.9	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	黄初中	99.2
	KD418	5/26	4.7	7/23	229	106	47.5	1.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	黄初中	98.3

1) 場所別平均値は北見農試4か年(2019-2022)、十勝牧場3か年(2019, 2021-2022)、遠軽現地2か年(2021-2022)、畜試4か年(2019-2022)、北農研2か年(2020-2021)、の平均値。表3も同じ。十勝牧場(2020)は播種後の踏圧ムラによる生育不均一、北農研(2019, 2022)は播種後の干ばつによる発芽ムラのため平均から除外。

2) 倒伏または折損がいずれかの品種で発生した年次のみ平均。

3) 萎凋は根腐病様の萎凋を、下垂は雌穂の下垂を、倒伏は根腐病による倒伏をそれぞれ示す。

4) 0が健全、1が緑色ないし褐色に変色、2が緑色ないし褐色に変色し、かつ空洞化の評点のうち、1, 2の発生率の合計。いずれかの品種で発生した年次のみ平均値。

研で 2021-2022 年に行った。

2) 特性の概要

長所は初期生育が良いこと、乾雌穂重割合が高いこと、耐倒伏性に優れ、すす紋病抵抗性が強いこと。短所は TDN 収量がやや低いこと。

早晩性は北海道の熟期において“早生の晩”で、北海道統一 RM は総体 89、雌穂 83。同熟期の標

準品種「KD418」と比較して次のような特徴を有する。

発芽は並で、初期生育は良く、絹糸抽出期は 2 日早い。稈長、着雌穂高は低い。耐倒伏性は強い(表 2)。推定 TDN 収量はやや低い。乾物雌穂収量は普及対象地域試験場平均で「KD418」比 103 とやや高く、乾雌穂重割合、乾物中推定 TDN 割合は高い(表 3)。北農研で 2022 年に実施した子

表 3 収量特性(サイレージ用)

場所	品種名	10a 当たり収量 (kg)										乾物率 (%)			乾雌穂重割合 (%)	乾物中 TDN 割合 (%)	完熟子 ²⁾ 実収量 (kg/10a)
		生総重	同左比 (%)	乾物重			推定 TDN ¹⁾	同左比 (%)	茎葉	雌穂	総体						
<普及対象地域>																	
北見農試 (4 年)	北交 97 号	6604	94	840	1061	104	1901	96	1391	97	18.2	54.9	29.0	55.9	73.2	-	
	KD418	6989	100	964	1023	100	1987	100	1430	100	19.4	52.4	28.7	51.6	72.0	-	
十勝牧場 (3 年)	北交 97 号	5109	95	624	962	103	1585	97	1180	98	18.8	54.6	31.2	50.9	74.5	-	
	KD418	5393	100	698	935	100	1633	100	1201	100	19.8	50.7	30.4	48.3	73.6	-	
平均 (2 場所 7 試験)	北交 97 号	5963	95	747	1019	103	1766	96	1301	98	18.4	54.8	29.9	53.7	73.7	-	
	KD418	6305	100	850	985	100	1835	100	1332	100	19.5	51.6	29.4	50.2	72.7	-	
遠軽現地 (2 年)	北交 97 号	5259	95	715	935	99	1651	94	1211	95	21.5	53.1	32.3	56.7	73.4	-	
	KD418	5512	100	808	943	100	1751	100	1272	100	22.4	52.1	32.5	55.0	72.9	-	
<その他の地域>																	
畜試 (4 年)	北交 97 号	5860	104	676	899	122	1575	107	1157	110	16.5	51.0	26.9	57.1	73.5	-	
	KD418	5612	100	732	739	100	1471	100	1054	100	18.2	46.1	26.2	50.1	71.6	-	
北農研 (2 年)	北交 97 号	6577	102	993	1114	121	2107	108	1525	110	21.4	58.0	32.0	52.5	72.3	1118	
	KD418	6434	100	1037	920	100	1957	100	1385	100	22.3	52.5	30.5	46.5	70.7	1012	

1) 新得方式 (推定 TDN 収量 = 乾物茎葉重 × 0.582 + 乾物雌穂重 × 0.850) で算出した。

2) 北農研 2020-2022 年データ。収穫時の子実含水率 30% 以下。

表 4 子実生産力検定試験(北農研 2022)

品種・系統名	RM	絹糸抽出期 月/日	倒伏 ²⁾		折損 %	倒伏 + 折損 %	収穫日 月/日	乾燥子実重 kg/10a	同左比 %	子実含水率 %
			倒伏 30 ²⁾ %	倒伏 60 ²⁾ %						
北交 97 号	89	7/27	25.4	15.8	0.0	41.3	10/20	1205	116	24.2
KD418	89	7/31	13.3	72.5	0.4	86.3	10/20	1042	100	27.3
P9027	93	7/30	30.8	26.3	0.0	57.1	10/20	1290	124	25.6
LSD(0.05)		1.9	ns	40.0	ns	ns		164		ns

1) 播種日 5/16。栽植密度 8333 本/10a。乱塊法 3 反復、20 個体/区サンプリング。P9027 は子実用として利用されている普及品種。

2) 倒伏 30: 倒伏角度 30° 以上 60° 未満、倒伏 60: 倒伏角度 60° 以上

表 5 病害抵抗性に関する特性検定試験結果

品種名	すす紋病(北農研) ¹⁾						ごま葉枯病(北農研) ¹⁾				赤かび病(%) ²⁾				
	2019	2020	2021	2022	平均	判定	2019	2021	2022	平均	2019 畜試	2021 北農研	2022 北農研	平均 含 2021	平均 除 2021
北交 97 号	4.3	4.8	5.2	4.7	4.8	強	4.3	5.0	4.0	4.4	32.7	2.1	19.8	18.2	26.3
KD418	5.0	5.5	5.5	6.0	5.5	中	6.0	7.0	5.7	6.2	26.3	10.8	41.1	26.1	33.7
ダイハイゲン	6.7	6.3	7.2	7.3	6.9	弱	7.0	7.7	6.0	6.9	-	-	-	-	-
たちびりか	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.5	-	24.1	-	46.3
ばびりか	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.8	-	28.3	-	45.6
LSD(0.05)	1.2	1.0	1.0	1.9	0.4		1.2	1.5	0.8	0.5	ns	8.2	10.0	ns	ns

1) 病菌接種による罹病程度の評点値 (1: 無 -9: 甚)。「KD418」は標準品種、「ダイハイゲン」は早生のすす紋病「弱」の基準品種

2) 絹糸抽出 5 ~ 7 日後に 1 × 10⁷ 個/ml の分生子懸濁液 0.1ml を、ピペットを用いて雌穂先端の苞葉内の穂芯上部の絹糸束に注入。黄熟期に調査。「たちびりか」は「極弱」の基準品種。「たちびりか」は「弱~極弱」の参考品種。2021 年は「ばびりか」「たいびりか」を供試しなかった。

実生産力検定試験では子実収量が「KD418」比116と高く、子実用として普及している「P9027」に近い収量を示す(表4)。すす紋病抵抗性は“強”に属し、ごま葉枯病抵抗性は強い(表5)。

3) 適応地域と栽培上の注意

WCS用の適地は北海道の道央北部、十勝中部、網走内陸。雌穂利用、子実利用では、道央および道南での利用が期待される。栽培は一般栽培に準ずる。栽培上の注意点は特にない。

4) この品種への期待

「北交97号」は早晩性が“早生の晩”で、初期生育に優れ、乾雌穂重割合が高く、すす紋病抵抗性に優れる。また、耐倒伏性に優れることから、近年増加傾向の台風被害においてもその軽減が可能である。このため、普及対象地域でのとうもろこし作付けの増加、良質サイレージ原料の安定栽培と生産性向上に貢献することが期待できる。ま

た、道央での子実収量および雌穂収量が高いことから、子実とうもろこし利用およびイアコーン利用も期待できる。

3. まとめ

以上のことを念頭に、栽培する地域や環境に合わせて品種比較試験を行い子実とうもろこしのデータを取得し、子実とうもろこしとしての優良品種を選定していくことが、今後の子実とうもろこしの普及には重要であると考えられる。また、新品種の育成が重要であり、特に耐湿性、赤かび病抵抗性の向上については喫緊の重要課題であり、農研機構ではその開発を進めていく。

4. 謝辞

本項で述べた成績の一部は、農水省委託プロ「子実用とうもろこし(国産濃厚飼料)の安定多収生産技術の開発」JP22677450の補助を受けて実施して得られた成果である。

特集 子実とうもろこしの生産・供給【総説】

水田輪作における子実とうもろこしの栽培体系について

農研機構東北農業研究センター 篠遠 善哉

1. 水田での子実とうもろこし栽培

子実とうもろこしは、1960年代まで北海道や東北地域を中心に栽培されていたが、低収量（約300kg/10a未滿）や安価な輸入穀物の供給などにより国内の栽培面積は1970年代以降急激に減少しつづけ、近年になって栽培が再開するまで40年ほどの間、本格的に栽培されてこなかった。国産子実とうもろこしの取り組みは、2010年代に北海道の耕種経営が水田で本格的に再開したことを契機に、10年ほどで徐々に拡大してきた。生産現場において、子実とうもろこしが求められた背景として、水田のフル活用に加えて、麦や大豆の連作障害の解決や農業従事者の高齢化と減少に伴う省力管理可能な土地利用型作物の必要性が挙げられる。北海道や東北地域では麦や大豆の連作等に伴い、病害や雑草の発生、地力の低下など連作障害による収量低下が顕在化している。そこで、収穫後の茎葉を残渣としてすき込めるため有機物の供給が見込め、麦や大豆と機械の共有や輪作が可能な子実とうもろこしが注目された。また、子実とうもろこしは水稻や麦、大豆と比較して栽培管理の手間が少なく、少ない人数で大面積を維持できる省力管理可能な作物として、担い手が減少し続ける中で注目される作物の一つである。

そこで、本報では、水田輪作における子実とうもろこしの栽培体系について、圃場準備から収穫までを中心に概要とポイントについて紹介したい。詳細については、「水田転換畑における子実とうもろこし栽培の高速作業体系標準手順書（東北地方版）」（農研機構 2022）に記載している。

1-（1）子実とうもろこしの導入手順、生産概要

水田でのとうもろこし栽培技術開発（ホールクロープ用とうもろこしを含む）は1970年代から

検討されてきたが、排水性の悪い圃場に適さないとうもろこしの栽培は、水田では拡大してこなかった。しかし、圃場整備事業の伸展や水田での排水対策技術の向上、水田輪作に適した水稻の栽培方法（＝プラウ耕鎮圧体系乾田直播：代かきをしない無代かき、かつスタブルカルチやパワーハロー等の畑作機械を使った乾田直播（乾いた田んぼに直接、種をまく方法））が開発され、排水性の良い圃場を選んだり、排水対策を徹底したりすることで子実とうもろこしの収量は都府県での目標収量である約800kg/10a取れることが明らかとなってきた（図1、農研機構 2022）。

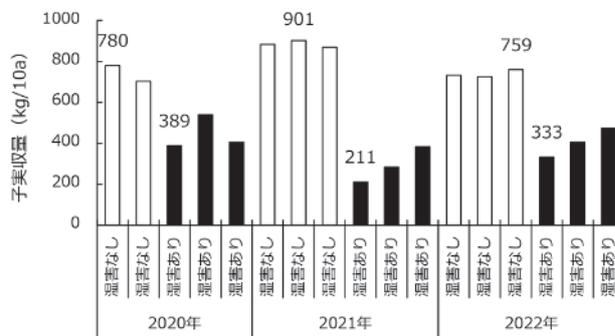


図1 岩手県内の同一地域における子実とうもろこしの収量の一例
収量はコンバインから排出された子実を水分15%に換算した値。
グラフ中の数値は各年の最高収量と最低収量を示す。

子実とうもろこしは多くの場合、“耕種経営”が“水田で”栽培・生産し、“畜産経営”が利用する（食用利用も可能だが、本報では主流である飼料利用について報告する）。そこで、子実とうもろこしの導入手順の概要を表1に示した。子実とうもろこしの栽培を始めるには、実需（畜産経営や飼料会社）を見つけて、売り先を確保するところから始め、売り先に合わせて調製・貯蔵方法を検討する。調製から貯蔵までは一連の体系であり、セットとして考える必要があり、実需と十分に相談して選択する必要がある。調製方法につい

て、基本的に乾燥調製だが、地域内で畜産経営と連携できる場合は農研機構が開発した省力・迅速にサイレージ調製が可能なフレコンラップ法が適している（調製・貯蔵については嶺野英子氏の次項目参照）。次に、水稻や麦・大豆と可能な限り重ならない播種時期と収穫時期を決めて、栽培期間に適した品種を選択し、適切な圃場を選定し、栽培を始め、最終的には500tや1000t規模の産

地化を目指していく。

次に、圃場準備から栽培までの作業体系を詳しく紹介したい（図2）。子実とうもろこしの機械体系は、まず既存機械の汎用利用であるため、麦や大豆で使用している既存機械を最大限活用し、面積拡大や機械の更新に合わせて必要な機械を装備していく。子実とうもろこしは排水性の悪い圃場では減収するため（図1）、暗渠が整備された排水性の優れた圃場が好ましく、サブソイラや弾丸暗渠等の補助暗渠や額縁明渠などの施工で排水対策を万全にする。その後、堆肥や肥料を散布し、耕起して播種床を造成して、播種作業を行う。子実とうもろこしは水稻や麦、大豆と比較して施肥量が多く、側条施肥や全層施肥等の施肥方法にもよるが窒素成分で約15～20kg/10a必要である。そこで、耕畜連携が可能な場合は積極的に堆肥を利用することで、化成肥料の施肥量を減らすことができる。耕起にはロータリ、ボトムプラウ、チゼルプラウのいずれも使うことが可能である。播種床は、播種機に合わせて造成する必要がある。播種機について、目皿や播種盤、ギア等を子実とうもろこし用に用意する必要はあるが、基本的に大豆との汎用利用が可能である。面積拡大や圃場

表1. 子実とうもろこしの導入手順の概要

1. 実需先 確保
畜産経営：牛(肥育牛、酪農、繁殖)、豚、鶏(ブロイラー、採卵)
2. 収穫後の調製・貯蔵方法の検討：調製と貯蔵はセット調製方法の特徴
乾燥調製：機械の汎用利用は可能だが、屋外貯蔵は不可能、広域流通も可能
サイレージ調製(フレコンラップ法)
：畜産経営が所有する機械体系のため、耕種経営での完結は厳しい。耕畜連携が前提だが、屋外での貯蔵が可能。地域内流通が前提。
例)肥育牛、酪農：乾燥調製 orサイレージ調製
3. 作期の検討
水稻や麦、大豆と作期や作業人員の調整
→播種時期と収穫時期 決定→品種 選択
4. 圃場の選定
排水性の確保、輪作の順番、周辺作物、鳥獣害リスク
5. 圃場準備・栽培：図2参照
6. 産地化へのステップアップ

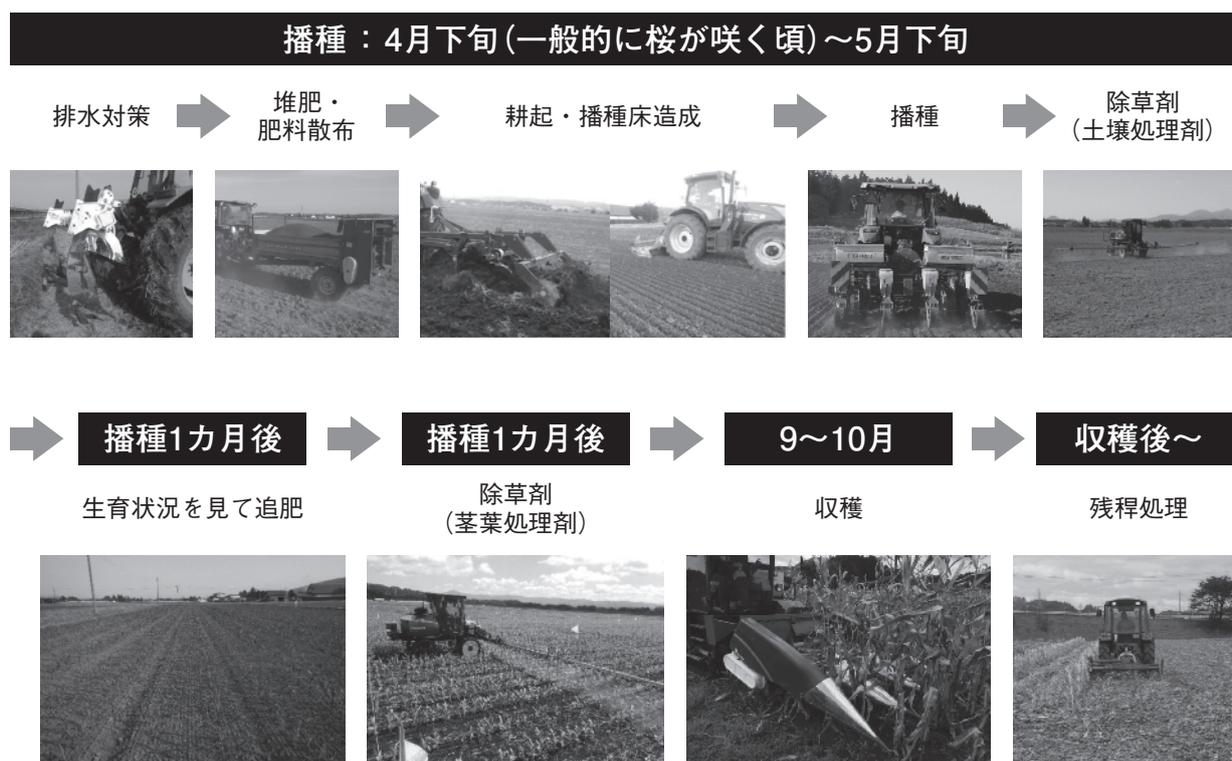


図2 東北地域での子実とうもろこしの作業体系の一例

の点在により春先の限られた作業適期での作業が難しい場合には、耕起・播種床造成から播種にプラウ耕体系を用いた高速作業体系を導入することで、作業面積の拡大が可能になり、適期播種による収量安定に寄与できる（図3）。除草体系は、

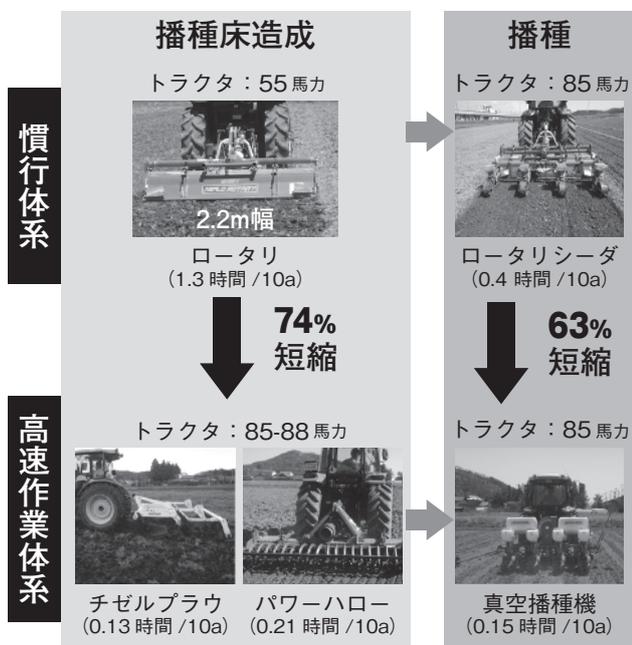


図3 プラウ耕体系による高速作業体系
数値は農家圃場での現地実証試験における作業時間。

播種直後の土壌処理と生育途中の茎葉処理を基本とし、帰化アサガオやアレチウリ等の難防除雑草のリスクがある場合には適切な除草剤の選択と適期散布が重要である。追肥は、生育に応じて第4～6葉期頃（草高が膝丈程度の時期）に行う。害虫防除について、子実とうもろこしの重要害虫はアワノメイガである。これまで、散布適期とされる絹糸抽出期（吉田 2021）に営農現場において

最も現実的な散布手段として考えられる空中散布に対応した高濃度少量散布の登録が2022年までなかった。しかし、2023年5月24日にクロラントラニリプロール水和剤（商品名：プレバソフロアブル5）の無人航空機による散布に対応した高濃度少量散布の適用拡大が行われ、今後はアワノメイガの防除が管理作業として加わる地域が多いと考えられる。府県での収穫は、汎用コンバインに子実とうもろこし専用のヘッド（コーンヘッド）を装着して、雌穂のみを効率的に収穫する方法が主流になりつつある。収穫後の圃場には膝丈程度の残稈が残るので、フレールモア等で処理し、可能な範囲で耕起作業まで終わらせるのが好ましい。これは、重要害虫であるアワノメイガがトウモロコシの残稈等で越冬するため、すき込むことで翌春の成虫発生につなげないためである（吉田 2021）。

1-(2) 子実とうもろこしの安定多収栽培へのポイント

水田輪作における子実とうもろこしの安定多収栽培のポイントとして1) 排水対策（図4、図5）、2) 播種精度の確保（図6）、3) アワノメイガ対策（図7）が挙げられる。

1) 排水対策は、子実とうもろこしの安定多収栽培の上で最も重要であり、この点においては水田輪作で栽培する麦や大豆、ソバ等の他の畑作物と全く同じである。具体的には、まず①排水性に優れ、暗渠が機能し、隣接水田からの漏水がない圃場を選定し（図5①）、次に②営農排水対策（補



図4 排水不良による湿害で生育不良となった子実とうもろこし

①排水に優れ、暗渠が機能し、隣接水田からの漏水がない圃場の選定



滞水した圃場



機能した暗渠



隣接水田からの漏水

②営農排水対策（補助暗渠の施工、額縁明渠や明渠等）



サブソイラ



カットドレーン



額縁明渠

③前年秋からの排水対策（補助暗渠の施工や無代かき水稻栽培）



秋の靱殻暗渠



水田輪作に向けた無代かき水稻栽培の一例（プラウ耕鎮圧体系乾田直播）



図5 排水対策

助暗渠、額縁明渠や明渠等の施工）を実施し（図5②）、可能であれば③前年秋からの排水対策や水稻無代かき栽培で前年から排水性に優れる圃場作りをすることである（図5③）。

2) 播種精度の確保は、安定多収栽培に欠かせない。これは、子実とうもろこしが水稻と異なり、ほとんど分けつしないため、1本の稈に1つの雌穂しか収穫できないことに加えて、水稻や麦、大豆より10a当たりの播種粒数が少ないことによる。したがって、10a当たりの栽植密度を7,000本とした場合、 m^2 当たり1株欠株したとすると

約14%の減収につながる。また、均一な株間や播種深の調整不足は初期生育のばらつきや停滞を招き、収量の低下に繋がる。そのため、播種精度を確保するためには、①播種機の調整を万全にし、②適切な株間と播種深（3～5cm）を確保し、③播種機毎の適切な播種速度の厳守が求められる（図6）。①播種機の調整において、子実とうもろこしの種子は大豆と異なり扁平な形をしているため、大豆で使用している既存播種機を汎用利用する場合、十分な確認が必要である。一般的に大豆で多く使われている目皿式の場合、穴の径が

1mm 違うだけで詰まりによる欠株や2粒落ちたりする場合があります、実際に使う種子を用いて播種前に十分な確認が求められる。真空播種機であっても1つの穴に1つの種子が吸い付く調整が求められる。また、子実とうもろこしの種子は年次により種子のサイズが異なることもあるため、毎年の確認と調整が欠かせない。子実とうもろこしでは、種子の形に左右されず、播種盤に吸い付いたり、押しついたりする真空播種機やジェットシードが比較的多く使われている。

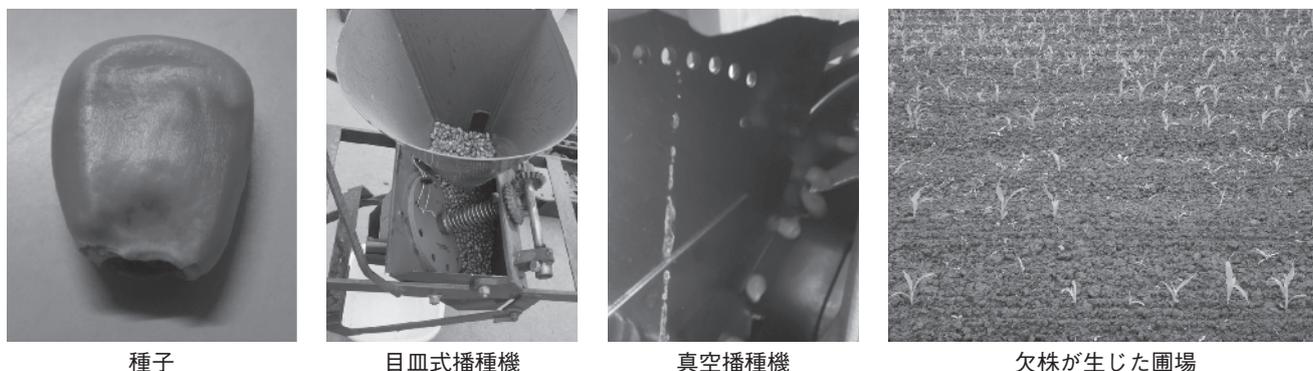
3) アワノメイガ対策は、食害による減収軽減とかび毒汚染防止・低減のために今後、重要である。アワノメイガの食害により、稈の折損や雌穂の脱落による減収にとどまらず、子実ではかび毒産生菌が侵入しやすくなる等のリスクが存在する(図7)。飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律(飼料安全法)により、飼料中のかび毒の基準が決まっており(子実とうもろこし単体の基準ではなく配合飼料中における基準)、実需に安心して使ってもらうためには、殺虫剤の適期散布(化学的防除)によるかび毒汚染防止・低減が

欠かせない。また、越冬場所になる収穫後の残渣のすき込みによる耕種的防除も翌春のアワノメイガの発生を少なくする上では必要である(吉田2021)。このようにアワノメイガの食害対策として化学的防除と耕種的防除を組み合わせる取り組みが今後、重要になる。

2. 東北地域における子実とうもろこしの取り組み拡大

近年の東北地域における子実とうもろこしの取り組みは、2013年に岩手県と秋田県の生産者が栽培を始めたことがきっかけで、2014年から宮城県、2016年から青森県、2018年から山形県と福島県で栽培が始まり、東北全域で取り組みが進み、2022年に前年比約2.5倍以上の約400haと一気に面積が拡大した。農研機構東北農業研究センターは、普及組織や行政、農協、メーカーと連携しながら、播種実演会や生育途中の巡回、収穫実演会を通じて子実とうもろこしの取り組み紹介による導入拡大や技術向上による高位安定収量を目指すとともに、普及組織の各地域の調査にも協力

①播種機の調整



②適切な株間と播種深の調整

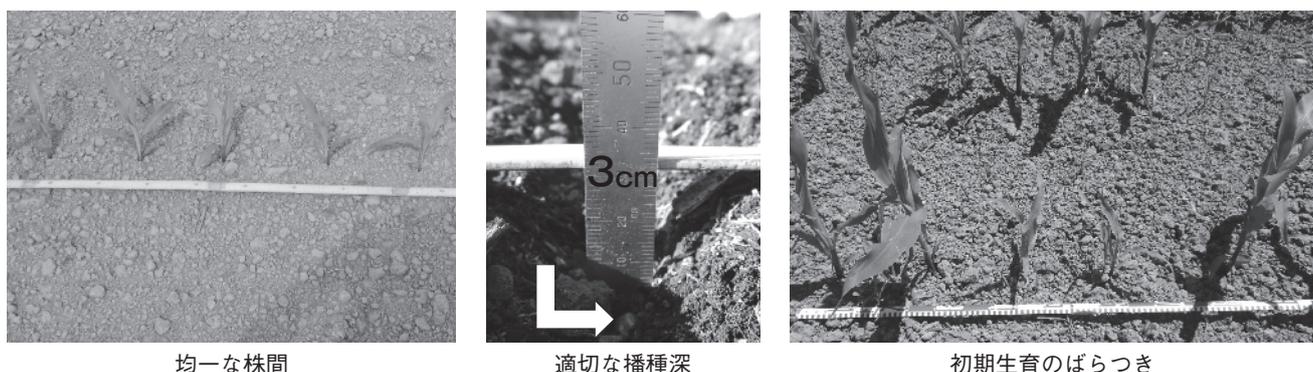


図6 播種精度の確保



図7 アワノメイガ対策

してデータ収集等、子実とうもろこしの面的な拡大に関係機関とともに取り組んでいる(図8)。

子実とうもろこしの導入背景は、各地域や経営体でそれぞれ異なるが、主な点として①省力管理が可能な作物としての導入、②既存機械の汎用利用に関して、先駆的に取り組まれた岩手県と秋田県の生産者が導入理由として挙げており(幸田・宮路2020a、2020b)、他の畑作物と機械の共有化が可

では省力的に農地を維持・管理出来る作物として取り組まれており(宮路2021)、岩手県では農業従事者の減少と農地の供給を見据えて取り組まれている(紫波町2023)。



播種実演会



生育巡回



収穫実演会



普及組織との苗立ち調査

図8 子実とうもろこしの普及活動

能な子実とうもろこしのメリットの一つといえる。③麦や大豆の連作障害回避に関して、宮城県など大豆主産地域では、堆肥や収穫後の残渣など有機物の投入による地力の増大、大豆と異なる除草剤の使用による雑草防除など、子実とうもろこしを大豆との輪作に取り入れることによる大豆の作柄安定や収量底上げを目指して導入が進んでいる。

3. 子実とうもろこしの取り組み定着には

子実とうもろこしの生産・利用の取り組みを今後、国内で定着させていくには、関係者間での価値観の共有が重要である。子実とうもろこしの取り組みの難しさは、課題が技術だけにとどまらず、制度や社会インフラ等、多岐に亘り、関係者一同が一緒に取り組んでいかないと前に進まない点である。また、子実とうもろこし取り組み成功の鍵は、畜産経営と耕種経営の連携、つまり耕畜連携であり、耕畜連携のキーになるのが堆肥の有効活用である。昨今の肥料価格の高騰もあり、耕種経営にとって使いやすい堆肥が求められており、堆肥をうまくキーとして使いながら耕畜両者がお互いwin-winの関係になるような、持続的な関係を目指していく必要がある。リスクを抱えながら取り組んで頂ける生産現場を支えていくためには、行政や普及機関、農協、メーカー、研究機関等が連携して一丸となり、地域農業の課題解決のツールの一つとして子実とうもろこしの課題解決が一層求められる。

課題は山積みだが、子実とうもろこしは今後の飼料自給率向上、ひいては食料自給率の向上、食料安全保障に大きく貢献できる作物であり、堆肥を活用した耕畜連携の取り組みは持続的な水田農業の方向性にも合致する。今後、持続的な地域農

業の発展ツールの一つとして、子実とうもろこしの取り組みが拡大することを期待したい。

引用文献

- 幸田和也・宮路広武 2020a. 耕畜連携で子実用トウモロコシの栽培面積を拡大. 日本草地畜産種子協会編, 国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集—国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例報告書一. 日本草地畜産種子協会, 東京. 85-91.
- 幸田和也・宮路広武 2020b. 大面積の畑地を生かし効率的なトウモロコシ生産を展開. 日本草地畜産種子協会編, 国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集—国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例報告書一. 日本草地畜産種子協会, 東京. 92-98.
- 宮路広武 2021. 子実用トウモロコシを活用した中山間地域の農地管理. 日本草地畜産種子協会編, 国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集—国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例報告書一. 日本草地畜産種子協会, 東京. 37-40.
- 農研機構 2022. 水田転換畑における子実用トウモロコシ栽培の高速作業体系標準手順書 (東北地方版).



- 紫波町 2023. 紫波町の新たな農業の取組みと農村政策フェローのジャンル確立～農村政策フェロー4年間の活動を通じて～. 産業政策監調査研究報告第19号.
- 吉田信代 2021. 草地・飼料作物における主要な害虫の生態と防除 - 飼料用トウモロコシ編 -. 植物防疫 75: 344-349.

特集 子実とうもろこしの生産・供給【総説】

国産子実とうもろこしの家畜への給与技術

農研機構東北農業研究センター 澄野 英子

ここ10年ほどで、再び国内での子実とうもろこし栽培の取り組みが広がりを見せている。これは前項の「水田輪作における子実とうもろこしの栽培体系について(東北農業研究センター 篠遠善哉)」にも述べられているように、水田での省力的転換作物として耕種農家側での取り組みに端を発している。しかし、畜産農家側でも、ここ数年の世界的な穀物需要の逼迫やウクライナ情勢の影響で輸入とうもろこしの価格高騰や供給不安など、経営を脅かす状況となり、国産の子実とうもろこしへの期待が膨らんでいる。

本項では前項で紹介のあった水田転換畑から収穫された国産の子実とうもろこしをどのように家畜の口に届けるのか、収穫後の子実とうもろこしの飼料化技術およびその給与技術について、これまでに東北地域で行われてきた事例を紹介しながら、解説する。

<国産子実とうもろこしの収穫後の処理について>

自給濃厚飼料としては飼料用米が日本ではなじみ深く、耕種農家で栽培され、既に配合飼料原料

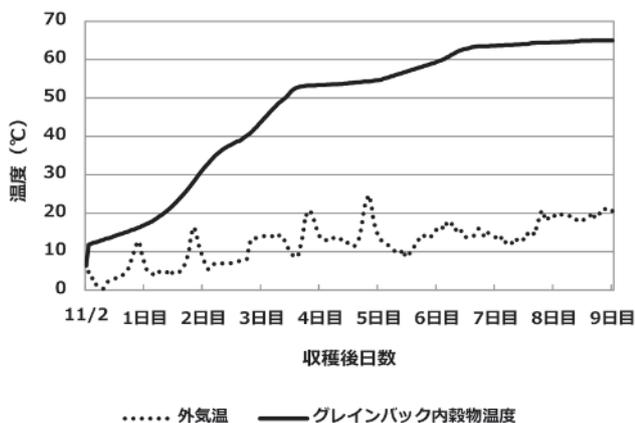


図1. 収穫後の子実とうもろこしの穀温変化 (岩手県盛岡市において)
(子実とうもろこし生産・利活用の手引き (都府県向け)より改変)

や粳米サイレージといった形で畜産側で利用されている。子実とうもろこしも飼料用米と同様に収穫後に飼料化への調製作業を行うが、子実とうもろこしは収穫時水分が25~30%と、飼料用米の20%前後と比べ高く、図1のように収穫後すぐに穀温の上昇が始まり、品質の劣化に直結する。そのため収穫後は飼料用米よりも速やかに乾燥処理もしくはサイレージ化等の調製作業を行う必要がある。

<配合飼料原料にするには・・・乾燥処理>

国産の子実とうもろこしを配合飼料原料として、広域流通させるためには乾燥処理が基本となる。国内で利用されている乾燥機としては国産の米・麦・大豆用循環式乾燥機と海外製の高温乾燥機(以下、モバイルドライヤー)がある(写真1)。



写真1. 循環式乾燥機(左)とモバイルドライヤー(右)

循環式乾燥機は耕種農家が既に所有している場合が多く、近年、子実とうもろこしに対応した機種も販売されている。従来の循環式乾燥機は通常、米の胴割れや、ダイズのしわ粒防止のために通風温度の設定が低いですが、子実とうもろこしに利用する場合には通風温度設定が高い「小麦設定(通風

温度：40～50℃)」での乾燥が望ましい。子実トウモロコシの乾燥後の目標水分は13～15%が推奨されているので、小麦設定の場合の乾燥時間は、収穫時の水分にもよるが、10～15時間程かかる。それに比べ海外製のモバイルドライヤーは通風温度が60～70℃と高く、乾燥効率が循環式乾燥機の2倍近くあり、上述の場合、4～5時間で乾燥することができる。子実トウモロコシは他の穀物に比べ反収が高く、そのポテンシャルは800～1000kg/10aと飼料用米（539kg/10a）の約2倍に相当することから、効率的な乾燥体系の構築が重要となる。

これらの乾燥機を用いて乾燥した子実トウモロコシは圧ぺん・粗挽き・粉碎加工すればそれぞれ牛・鶏・豚用の配合飼料原料となる。国産の子実トウモロコシ栽培には、国内で流通しているホールクロップ用のとうもろこし品種を用いることとなるが、国産の子実トウモロコシの飼料成分については、デンプン含量、タンパク質含量、繊維含量等、輸入の乾燥丸粒トウモロコシと遜色はなく、輸入の飼料用トウモロコシとの代替が可能である（図2）。

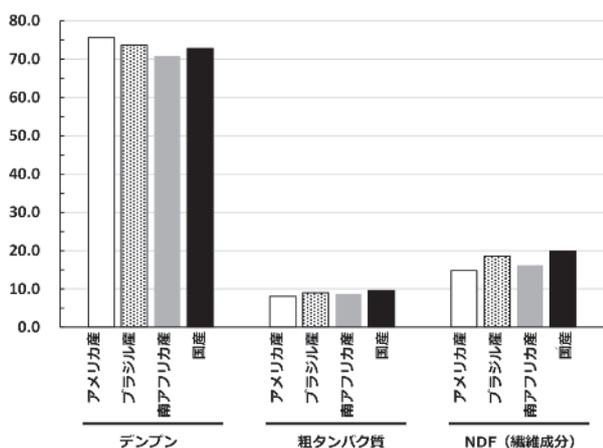


図2 輸入および国産子実トウモロコシの主要成分

しかし配合飼料原料として利用するには、現状大きなハードルがある。輸入のトウモロコシは乾燥された丸粒の状態、港でパナマックス船（輸送船舶）から荷揚げサイロに一時保管された後、飼料工場に直結された搬送ラインにより直接搬送後、飼料工場で圧ぺんや粉碎加工処理され、牛・鶏・豚用の配合飼料原料となる。輸入とうもろこしの飼料化に関してはこのように加工・流通のシステ

ムが確立されており、様々な国からその時の情勢に合わせ、輸入先をかえながらも、絶えず供給が行われている。しかし、国産の子実トウモロコシについては関税の関係上、工場内で輸入の丸粒トウモロコシと区別して処理する必要があり、直接、配合飼料会社に国産乾燥子実トウモロコシを搬入することが出来ない。そのため現在は配合飼料会社への搬入にあたり一次加工処理をするなど、流通・加工上の工夫が必要となる。しかし、前項でも述べているように、2022年に東北全県での取り組みが大幅に進み、栽培面積が前年比約2.5倍の約400haに増加したことにより、配合飼料会社への直接の受け入れも可能となる兆しが見えてきている。このように国産子実トウモロコシの流通・加工体制はまだ不十分であり、今後の法制度の改正も含め、体制の整備が急務である。

また国産子実トウモロコシの利用拡大には通年供給が必須となる。先進的に取り組みが行われている北海道では乾燥後の子実トウモロコシをスチールサイロなどで大量に保管しているが、都府県においてはフレキシブルコンテナバック（以下、フレコン）や鉄コンテナなどに詰めて保管することが多い。北海道以外の都府県では梅雨以降の高温・多湿な気候からカビやバクテリアの発生が心配されるため、低温庫での保管が理想である。ただし、子実トウモロコシは飼料用米のように、食用米で利用されているカントリーエレベーターや低温庫の共用利用が難しく、今後の国産乾燥子実トウモロコシの利用・普及拡大には、この保管場所の確保や低コストで年間保管できる技術の開発も課題である。

<牛用のエサとして地域内流通を前提にする と・・・サイレージ調製>

これまで述べたように乾燥の子実トウモロコシの通年供給・利用にはまだまだ課題が多い。しかし、牛用として考えた場合は、乾燥等のコストをかけずにサイレージ化して利用することも有用な手段である。子実トウモロコシの穀実水分が24%以上であれば良質なサイレージを調製することが出来るが、刈り遅れで穀実水分が24%を下回る場合は加水を行い、発酵を促す必要がある。

乳酸菌製剤の添加については、子実トウモロコシは発酵初期の pH の低下がスムーズなため、特に必要ないが、開封後の好気的変敗抑制のためにはヘテロ型乳酸菌製剤の添加が有効である。破碎の必要性については、子実トウモロコシはサイレージ化しても無破碎の場合は消化されず、糞中に給与した子実トウモロコシの 10% 以上が排出されてしまうため、サイレージの調製時もしくは給与前に破碎処理が必要となる（図 3）。

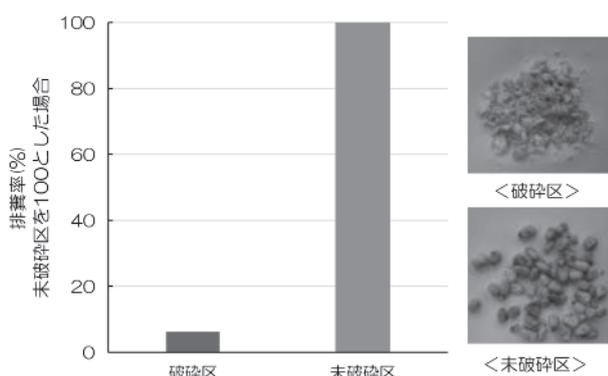


図 3. 乳牛における破碎処理の影響
 (子実トウモロコシ生産・利活用の手引き (都府県向け) より改変)

子実トウモロコシのサイレージ調製法については、海外では水分 24% 以上で収穫した子実トウモロコシを破碎し、大型のバンカーサイロやチューブサイロ等でサイレージ調製している。しかし、日本では栽培面積が少なく、また利用頭数も少ないので、これら大型のサイレージ施設の利用は不向きである。そこで、子実トウモロコシのサイレージ化にあたっては粃米サイレージの調製方法を応用することが出来る。調製方法は主に二つあり、一つはこれまで粃米サイレージ調製で広

く使われてきた「フレコンと内袋を用いる方法(以下、内袋法)」で、もう一つは畜産農家が所有する牧草ロールペールサイレージ調製用のラップマシンを活用する「フレコンラップ法」である（写真 2）。

内袋法は破碎した子実トウモロコシをビニール製の内袋を装着したフレコンに詰め込み、掃除機で内袋内の空気を脱気した後、内袋の口を結んで密封することでサイレージに調製する。貯蔵中に発酵ガスの発生によって、著しく内袋が膨張した場合には内袋が破裂する危険性があるため、一度開封してガス抜きをし、再度脱気・密封する必要がある。

次に、フレコンラップ法は内袋無しのフレコンに直接、破碎した子実トウモロコシを詰め込み、フレコンの口をビニール製の結束帯で結束した後、ラップマシンでフレコンごとラップすることで密封し、サイレージに調製する。フレコンラップ法は脱気処理や再脱気の必要もなく（発酵ガスはラップフィルムを通し排出されるため）、密封作業も機械化されているため省力的である。さらにフレコンラップ法は気密性が比較的高いため、無破碎でのサイレージ調製も可能で、秋の収穫繁忙期には破碎せず、省力的にフレコンラップで無破碎のまま子実トウモロコシを貯蔵し、冬の農閑期に開封・破碎処理をして TMR 原料として用いることも可能である。また、フレコンは紫外線への耐性が低いため、長期の屋外保存には不向きであるが、フレコンラップはラップフィルムに覆われているため、紫外線耐性が高く、長期の屋外保



写真 2. 内袋法 (左) とフレコンラップ法 (右)

存が可能で、保管コストがかからない利点がある。畜産農家との連携がある地域では、耕種農家の生産した子実トウモロコシを、畜産農家が所有するラップマシンやグラブアタッチ付きホイールローダなどを用いて、低コストかつ省力的に牛用のエサにすることができる。

＜東北地域における家畜への給与事例＞

上述のようにしてきちんと密封されて調製されたトウモロコシ子実サイレージは原料子実との飼料成分含量がほとんど変わらないため、乾燥子実との代替が可能である。代替の方法としてはTMR原料中の圧ペントウモロコシの代替もしくは、配合飼料の一部代替が考えられる。泌乳牛での試験では、TMR原料として用いる場合、TMR乾物中の20%までであれば圧ペントウモロコシの全量代替が可能で、図4に示すように産乳性への影響はなかった。また、乳牛用配合飼料の一部代替については、岩手県I町にあるNon-GMO牛乳を生産している酪農家での実証試験では、配合飼料の原物10%をトウモロコシ子実サイレージで代替し、2ヶ月半給与した場合、乳牛での嗜好性は高く、バルク乳量への影響はなかった(図5)。乳質については乳脂肪、乳タンパクへの影響はみられなかったが、乳牛尿素窒素(MUN)において、代替給与中に値が高くなった。しかし、その値は12と正常範囲内であり、むしろ給与開始前のMUNが7.3と低かったことから、トウモロコシ子実サイレージ給与により、かえって乳質が改善される結果となった。

肉用牛への給与も取り組みが広がっている。山

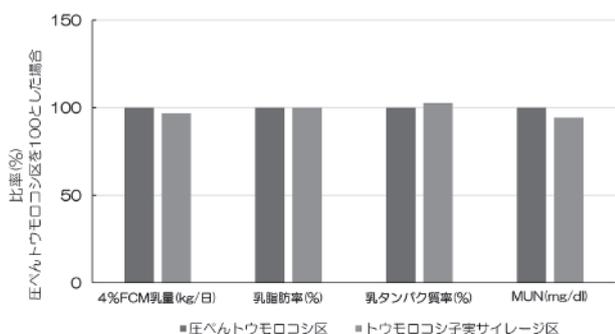


図4. トウモロコシ子実サイレージによる圧ペントウモロコシ代替が産乳性におよぼす影響
(圧ペントウモロコシ区を100とした場合)
(岩手畜研実施データ)
(子実用トウモロコシ生産・利活用の手引き(都府県向け)より)

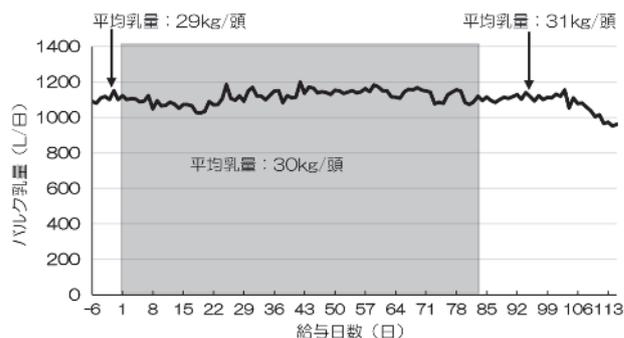


図5. トウモロコシ子実サイレージによる乳牛用配合飼料代替がバルク乳量におよぼす影響
(塗りつぶし部分が代替給与期間中乳量)
(子実用トウモロコシ生産・利活用の手引き(都府県向け)より)

形県では天童地区にある黒毛和種肥育牛800頭を飼養する肥育経営が国産子実とうもろこし給与に取り組んでいる。この肥育経営は8年ほど前から国産100%飼料による肥育牛生産への取り組みを始めている。この国産100%飼料は、フレコンラップ法で調製した粳米サイレージなど、数種類の異なる加工処理をした飼料用米を約45%含有した、他には類を見ない給与メニューで、自家でTMR調製して給与している。このTMRを肥育全期間で給与し、食味のさっぱりとしたブランド牛肉を生産しているが、その取り組みの中で、肉質を重視した結果、枝肉重量がやや小さいことが課題として挙がっていた。そこで、2018年から山形県の真室川地区の耕種経営が生産している乾燥トウモロコシ子実を給与メニューに組み入れ、飼料用米の含有率を半分にし、その分を乾燥トウモロコシ子実に置き換えたエサを肥育前期の牛に給与することで、肉質を維持したまま、増体の確保を実現している。2022年からは地元の天童地区の耕種経営でも子実トウモロコシ栽培が始まり、その圃場へは堆肥の供給を行い、耕畜連携の取り組みも進めている。この地で栽培された子実トウモロコシは粳米サイレージと同様、フレコンラップ法でサイレージ調製し、利用する試みを始める予定である。このように地元産の原料を地域の耕種経営と連携して調達し、活用することで、飼料原料の安定供給、運送コスト削減による飼料費低減につなげている。また岩手県北部のS町やN市の畜産経営でも耕種の生産組合と協力して、子実トウモロコシを生産し、自家のTMR原料とした

り、配合飼料の50%をトウモロコシ子実サイレージで代替するなどして、交雑種や短角和牛での特色のある赤身牛肉生産の取り組みが始まっている。

乾燥国産トウモロコシ子実については配合飼料原料として、養豚での取り組みも広がっている。岩手県に豚舎を所有する養豚会社では輸入トウモロコシの一部を国産に置き換えて、国産飼料の割合を高める取り組みを始めている。しかし、前述したように関税の関係上、現状では配合飼料会社に直接、国産乾燥とうもろこし子実を配合飼料原料として搬入することはできない。そのため今回の取り組みでは収穫・乾燥した国産とうもろこし子実を一次加工処理後（粉碎処理）に配合飼料会社に搬入することで、配合飼料原料として国産とうもろこし子実の活用を可能にし、自給率の高い配合飼料給与を売りとしたブランド豚肉生産が行われている。

<おわりに>

子実トウモロコシ栽培の都府県での取組は緒についたばかりである。今後、栽培側である耕種農

家、利用側である畜産農家、さらにはその仲介となる配合飼料会社や飼料コントラクターなどとの連携が進み、子実トウモロコシが「耕種農家の抱える土地集約に伴う労働力不足の解消」と、「畜産農家の抱える輸入飼料依存による不安定経営の解消」に向けた日本の農業変革のキー作物となることを期待している。

参考資料

農研機構 2019. 子実用トウモロコシ生産・利活用の手引き（都府県向け）第1版.

農研機構 2019. フレコンラップ法活用マニュアル.

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130163.html



(フレコンラップ法 Youtube 版動画)

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【北海道】

北海道子実コーン組合における 子実用とうもろこしの生産・供給体制の現状

北海道子実コーン組合 事務局長 **新発田 修治**

子実用とうもろこしとは

世界の統計によれば、トウモロコシは乾燥した子実を指す。米国ではフィールドコーン、グレインコーンと呼ばれ、ヨーロッパではメイズと表記されている。組合は、米国方式に従い「北海道子実コーン組合」（以下組合）と名付けた。メディアや研究機関の試験報告では、子実コーン、子実トウモロコシ、子実用トウモロコシ、子実とうもろこしといったように表記が様々である。農林水産省は、トウモロコシサイレージ用の「青刈とう

もろこし」と対比させるために「子実用とうもろこし」を使用している。本稿では、組合の活動については「子実用とうもろこし」を、その他の場合では作物名のトウモロコシを用いる。

トウモロコシは、C3植物である稲や小麦とは異なり、光呼吸を最小限に抑えることのできるC4植物であり、高い生産性を持つ。世界的に見ても、トウモロコシの生産量と収量は他の穀物よりも抜きん出ている（図1）。また、世界中でトウモロコシが栽培されている（表1）。東南アジアの主食がコメである国々でも、トウモロコシは栽培されている。しかし、日本は（スイートコーンを別にすれば）穀物としてのトウモロコシをほとんど栽培しない特異な国だ。直近のFAOSTAT（2021年）によれば、国内の生産面積は62haに過ぎない（データにタイムラグあり）。

一方で、日本は海外から約1,524万トン（2021年貿易統計）のトウモロコシを輸入しており、これは国内で生産されるコメの国内生産量の約2倍に相当する。これらのトウモロコシは、飼料として主に使われる他、食用としても幅広く利用され

ている。しかし、国内の需要の大部分は海外（主に米国や南米）に依存している。

2019年以降、企業養豚が発展した中国の本格的な市場参入により、世界のトウモロコシの需給バランスが崩れ、国際価格が急激に上昇した。日本でも“買い負け”の懸念があったところに、ウクライナ危機が起こり、肥料や他の資材の調達に危機感が広がり、穀物危機が表面化した。現在、

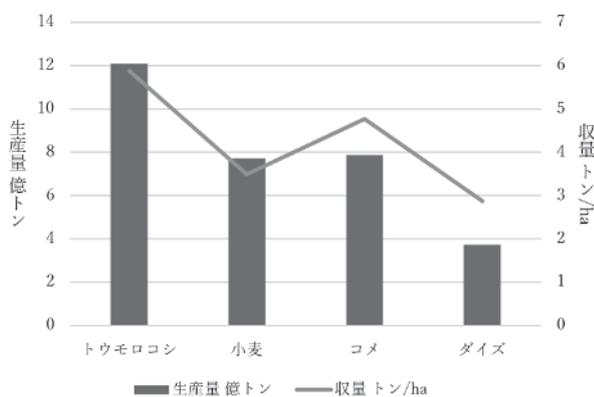


図1. 世界の主要穀物の生産量と収量 (FAOSTAT 2021)

国名	トウモロコシ	コメ	大豆	小麦	トウモロコシ%
中国*	43,324,100	29,921,200	8,400,000	23,568,400	41%
アメリカ合衆国	34,555,670	1,006,870	34,937,700	15,039,490	40%
ブラジル	19,024,538	1,689,189	39,168,068	2,750,264	30%
インド	9,860,000	46,379,000	12,100,000	31,610,000	10%
メキシコ	7,139,621	40,280	184,751	547,779	90%
インドネシア*	3,495,981	10,411,801	235,270	0	25%
ロシア	2,901,612	186,319	2,990,569	27,916,725	9%
フィリピン*	2,564,383	4,805,077	297	0	35%
フランス	1,549,520	12,290	154,380	5,276,730	22%
タイ*	1,200,000	11,244,000	26,000	1,244	10%
ネパール*	979,776	1,473,474	23,030	711,067	31%
ベトナム*	900,673	7,219,797	36,800	0	11%
ミャンマー*	594,149	6,536,690	125,559	70,000	8%
イタリア	588,600	227,040	285,460	1,726,610	21%
韓国*	585,000	463,986	54,444	6,000	53%
ドイツ	430,700	0	34,200	2,939,000	13%
台湾*	31,759	224,022	3,376	3,000	12%
日本*	62	1,404,000	146,200	220,000	0%

*アジア諸国

表1. 国別主要穀物の生産量 (FAOSTAT 2021)

食料、農業、農村に関する基本法を整備する取り組みが行われており、コメへの依存を減少させ、国民の期待に応える穀物の自給率を高める支援に転換する必要がある。

本稿では、先駆的に子実用とうもろこしの商業栽培に取り組んできた組合の歩みを紹介する。

自給飼料としてのトウモロコシの歩み

統計によれば、1960年代まで国内では、4万ha以上の子実用とうもろこしが畜産農家（複合農家）によって栽培され、数万トンが生産されていた。しかし、1970年代にかけて、畜産振興と共に大量の濃厚飼料が必要とされ、安価な海外産（主に米国産）の輸入が急速に増加した。当時の国内品種は収量が低く、変動も大きかった。また、機械化も難しかった。そのため、輸入増に反比例して急激に作付面積を減少させ、1990年代後半には生産量が1千トンを下回り、1980年代にはほぼ作付けが消え、子実としての栽培は忘れ去られた。

飼料を国内で賄う「自給飼料」という考え方は、畜産分野では古くから存在していた。乳牛や肉牛の自給飼料の代表的なものは牧草だ。高い可消化養分総量（TDN）を持つイネ科やマメ科の牧草の育種・栽培研究が全国の国立研究所や試験場で行われ、今でも乾草やサイレージとして主に冬期の飼料に幅広く生産されている。牧草のほかにも、TDNが高いサイレージ用トウモロコシの技術が導入され、現在では全国で約9.6万haのサイレージ用の青刈とうもろこしが栽培されている。

かつては、北海道の農業試験機関や指定試験地などでも飼料用トウモロコシの育種が行われていた。しかし、海外メーカーのF1品種が導入されると、国内で育てられた品種のシェアは伸び悩み、育種事業は次第に縮小していった。感温性で広域適応性が高いトウモロコシは、導入育種の効果が高いことが理由の一つである。ヨーロッパや米国の種苗メーカーは非常に豊富な遺伝資源を持ち、開発スピードが速く、国内での推奨（優良）指定品種のシェアを増やし、品種の刷新も頻繁であった。

畜産業側の取り組みとして、濃厚飼料を代替す

るためのトウモロコシの利用法が、農研機構北海道農業研究センターから提案された。サイレージトウモロコシの黄熟期の雌穂を収穫し細断してサイレージにする「イアコーンサイレージ（YCS）」や、コンバインで収穫した子実を乾燥させずに粉碎してサイレージにする「ハイモイスチャーシェルドコーン（HMSCC）」がその例だ。高額なYCS専用収穫機が必要であるため、道東地域では余力がある畜産農家が主導し、近隣の耕作農家との交換耕作として部分的に取り組まれている。HMSCCは粉碎して密封するシステムがさらに必要であり、普及は限られている。一方、北海道の中央部の水田地帯では、畜産・酪農地帯が離れているため、これらの専用作業機が存在しないこと、サイレージの品質を確保することが難しいこと、高水分のサイレージの輸送コストが高いこと、また用途が牛や豚用に限られることから、普及が難しかった。

子実用とうもろこしの復活

国内での子実用の復活は、2011年に、北海道南空知での出来事だった。北海道南空知は他の地域と比べて良食味米の生産が相対的に難しく、収量も低かった。米価の下落による経営収支の悪化や戸数の減少と共に、1998年以降、コメから大豆・小麦への転作が急激に進んでいた。その結果、転作圃場では（大豆間作小麦の技術も含めて）2品目の交互作が行われていた。しかし、10年を経て、難防除雑草の発生、殺菌剤など農薬の散布回数の増加による生産コストの上昇、収量の減少が明らかになってきた。転作畑の生産の安定のためには輪作に組み込むことができ、現有の農業機械で取り組め、換金性のある新たな作物が求められていた。

そのような状況の中で、長沼町の柳原孝二氏（北海道子実コーン組合 代表理事組合長）は道立中央農試の栽培試験に影響を受けて6haの商業栽培に取り組み始めた。子実専用品種は存在しなかったため、サイレージ用品種の中から選んだ（導入されたサイレージ用品種は欧米ではもともと子実利用を目指して育成された品種）。サイレージ収穫の適期である黄熟期を過ぎても葉枯れや根腐

れが進まずに登熟が進み、降雪前の10月中下旬には完熟して水分が25%以下となる高収量の品種が必要だった。さらには子実にかびによるマイコトキシンの蓄積が少ないという要件を満たす必要があった。種苗メーカーと協力して品種選定を進めた結果、道央地域で800 kg/10a近い収量が得られた。

地上部すべてを収穫する青刈りとうもろこしとは異なり、子実収穫後は同量の茎・葉などが有機物残渣として畑に還元されて緑肥となる。すき込んだ残渣は小麦や稲のワラとは異なり、土壤中でゆっくり分解されるため、窒素肥料の追加など窒素飢餓対策は不要であった。また、約1mにも達する深い根張りが圃場の透水性を高めるため、乾燥が早く、大豆などの後作の播種作業の組み立ても容易であった。さらに、効果の高い除草剤の種類が多いため、後作の雑草対策にも役立った。取り組みを始めた当初は、水田活用の直接支払交付金の補助金（戦略作物助成）を利用しても、他の作物と比較して収益性は低かったが、後作の大豆や小麦の収量増により、経営全体の収益が向上した。

播種後は6月中旬の除草剤と追肥の他に中間管理がないため、10a当りの労働時間は1.9時間と短く、水稲、大豆、小麦と同じコンバインや国産の縦型乾燥機も使用できる。少子化と団塊の世代の引退後に予想される急速な労働力不足に対応し、規模拡大に適した作物と言える。

2011年当時、輸入トウモロコシのほとんどは飼料・食用ともに安価な遺伝子組み換え（GMO）作物だった。一方、米国産のプレミアムコーン（非遺伝子組み換え & ポストハーベストフリー、NON-GMO&PHF）は、安全性と安心感を求める消費者の強い支持を受け、飼料用としても全国で25万トン、食用としても88万トンが輸入されていた。道内でも飼料用に約2.8万トン程度が消費されていた。生産費から導き出された道産の価格（開始当時は35円/kg）はプレミアムコーンよりも割高であったが、こだわり卵を生産する道内外の小規模な養鶏場には、自家配合の単味飼料としてNON-GMO&PHFである北海道産が高く評価されていた。

北海道子実コーン組合の発足

販売先が確保されると、近隣の40代を中心とした若い生産者、つまり20年先の農業を担う者たちが加わった。2015年には「空知子実コーン組合」が結成された。営農上のメリットが大きく感じられると同時に、面白さやロマンを感じたこと、さらにコメ中心の農業に対する不安も加入を後押しした。全道に生産者が広がったことから、2016年には「北海道子実コーン組合」と改名された。それ以来毎年20～30%増で組合員が増えており、2022年末には122戸、組合員の作付面積は643haであるが、2023年には136戸、831haが見込まれる（図2）。

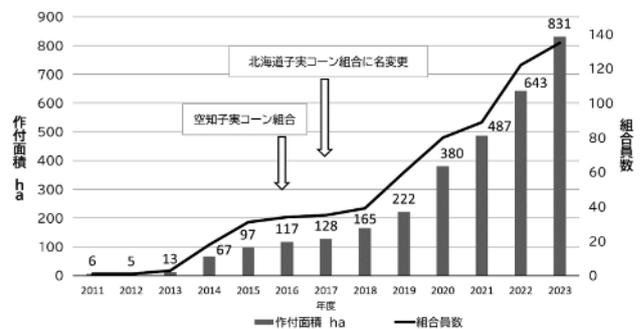


図2. 組合員数と作付面積の推移

組合の理念は、国内の農業の中で「新たな転作作物として子実用とうもろこし」の定着を図ることである。具体的な第一の策は、実需の信頼を得るため、水分、カビ毒、残留農薬、夾雑物などの品質基準を定めることだった。腐敗を防ぐためには、小麦並みの低水分（13%以下）にする必要があった。まず、生産者が自前の乾燥機で乾燥後に水分を測定する簡便な方法（普及型のケット水分計での読み取り）を広める取り組みを行った。また、飼料・食品用途の安全性を確保するためには、管理基準が定められているカビ毒（マイコトキシン）をコントロールする必要があった。登録殺菌剤（殺虫剤）がないため、カビに強い品種の選定と倒伏を防ぐ肥培管理も求められた。

第二の策は、生産性の向上に向けた技術普及である。品代はコメ、大豆、小麦よりも価格が低いいため、海外産プレミアムコーンと競争するには、収量性と品質を高める必要がある。組合ではサイ

レージ用品種の栽培法をもとに、海外の技術情報を積極的に取り入れ、播種量、播種方法（精度と深度）、施肥、追肥量の設定などの技術を栽培講習会と圃場立ち会いを通じて組合員に伝えてきた。また、技術マニュアルを組合員内外に配布してきた。このような技術指導と、高収量品種（P9027、HRM93）の選定によって、2017年以降は、台風通過などの異常気象年を除けば、道央地域で約1,000kg/10aの収量を達成できた。栽培地域が広がるとともに、北海道北部や後作に適した早生のP7631やP8025なども推奨している。

これらの品種の種子は、パイオニアエコサイエンス社が輸入し、ホクレンを通じて生産者に販売されている。種子は遺伝子組換え品種が栽培されていない国や地域で生産され、輸出や輸入時に組換え遺伝子の混入がないこと（検出下限値以下）が確認されている。

また、海外の農業機械情報の提供も行ってきた。真空播種機や施肥カルチなどに加えて、栽培面積の拡大に対応可能な乾燥機の導入・普及も図ってきた。日本で一般的な縦型乾燥機は乾燥に一昼夜必要であり、面積拡大する際の制約要因となる。そこで、外気温が低い10月下旬でも乾燥率が2.7%/時間と高く、25トンを4時間ほどで乾燥できる海外製高速乾燥機を紹介・導入した。灯油バーナーとPTO駆動のため、乾燥コストはほぼ変わらないか低い（写真3）。また、国内農機メーカーと協力して、汎用コンバイン用のコーンキットやスナッパーヘッドの開発にも取り組みながら、生産効率の向上を図ってきた。当初、収穫は普通コンバインとリールヘッダーの組み合わせだったが、その後、ヘッドロスが少ないスナッパーヘッダーを導入すると、子実収量は1割以上増加した。

第三の策は、国産子実用とうもろこしの情報発信である。実需者、メディア、国会議員などが参加したシンポジウムの開催などを通じて、栽培と利用について情報を発信するとともに、直接、国や道庁にも意義と生産支援の必要性を訴え続けてきた。その結果、高収益作物等拡大加算や旧水田リノベーション事業による補助金加算が加わるようになり、地域によっては産地交付金が配分され、他作物との収益差が徐々に縮まり、取り組みやすくなっている。

なっている。

貯蔵施設と流通の整備

我が国では子実用とうもろこしの全量を海外に依存してきたため、専用の貯蔵・流通体制が存在しなかった。一方で、米国産などの海外産は、①生産者が簡易型サイロで管理し、②地域の穀物エレベーターに集荷し、③パージ船で輸出用エレベーターに輸送し、④パナマックスで太平洋を渡り、日本各地の港の飼料工場に隣接する営業サイロに輸送し、⑤配合飼料や粉に加工し、⑥電話一本で畜産農家や実需に供給される、というサプライチェーンが確立されている。国産の取り組み当初は、輸入飼料用トウモロコシを無税とする関税定率法のため保税区域で混用使用ができない制約があった（現在は緩和）。また、小ロットでは既存のサプライチェーンに参入することが難しいという課題も存在した。国産の価値を実需者に伝えるためには、年間供給が必要となり、ロットの拡大と国産用のサプライチェーンを構築することが普及には不可欠だった。

組合の発足当初、コメ余りで余裕があるJA施設の可能性を模索したが、コメを前提とした既存の施設利用料を加算すると飼料の流通価格を大きく上回ることになることが判明した。加えて、異種混入を防ぐために施設改修費が膨大になるため、実現は難しかった。

そのため、2019年には欧米で一般的に使用されている簡易型サイロ500トン×2基の部材を直接輸入し、自ら建設を行った。さらに、2020年には長沼町（ハブ拠点）と岩見沢市（栗沢町、一次拠点）にトラックスケールを備える集出荷施設と簡易貯蔵施設を増設した。2021年にはハブ拠点に1000トンの簡易型サイロ3基、一次拠点に1000トンサイロ2基を増設した。さらに、飼料工場に近い厚真町に1000トンの簡易型サイロとトラックスケールからなる二次拠点を設置し、合計1万トンの貯蔵体制を整えた。

また、バラ輸送を可能にするため、運輸会社への委託とともに独自の純バラ・トラック輸送体制を構築した。現在は飼料工場へのバラ輸送と、遠隔地へのフレコン輸送を実施している。今後も生

産と需要に適した形で、貯蔵施設を増強する計画が進行中である（写真1、写真2、写真3）。



写真1. 長沼町のハブ拠点
500t 簡易型サイロ×2基、手前に 1000 t サイロ3基



写真2. 厚真町の二次拠点
1000 t サイロとトラックスケール



写真3. 二次拠点の海外から導入したトラクター駆動のモバイル型乾燥機
25t サイズが4台、4時間で乾燥終了

販売の強化

国産子実用とうもろこしによる畜産物や食品のブランディングを行うためには、年間供給可能な

数量と品質の整備が前提となる。従って、前述の通り、組合では全生産者ロットにおいてマイコトキシン検査、水分%・容積重の他に、近赤外分析器による内部成分検査も実施している。同様に、残留農薬の検査（抽出検査は外部委託）も行っている。

さらに、USDA-FIGS や米国の普及組織が推奨する機材を使用して、2021年からは道産子実用とうもろこしの（外観）等級の基礎データを集積している。米国産は容積重、損傷粒%、破碎粒と異物%により1～5等、等外に分類されて輸出証明が提供されている。道産とうもろこしの85%はU.S. No. 1-2番に該当し、実需者の信頼感にも繋がっている。

2021年には商流を強化するため、組合員有志により販売を担う株式会社 Maize（代表：柳原孝二）を設立した。子実用とうもろこしが地域特産品にとどまらず、産業として発展すること目指している。



図3. 主な出荷先の分布（飼料用、食品用を含む）

(1) 飼料用

集荷量の増加とともに、道内外や九州における採卵鶏向けの需要が順調に伸び、それに続いて豚（ホクレン道産ポーク98ブランド、生協との連携による加工肉用）、放牧酪農、肉牛向けにも広がっている（図3）。2020年には乳牛配合飼料向けの原料供給（ホクレンくみあい飼料）が本格的に始まった。道産とうもろこしは砕けが少なく、圧パンにも適していると評価されている。初めて栽培が始まった当初はNON-GMO&PHFが評価され

ていたが、ウクライナ危機の影響を受け、道産の価格も競争力を持つようになった。また、国産で価格変動が少ないという特徴も注目されている。現在、飼料用としての需要が大きい、生産が需要に追いつかない状況である。

昨年度までに道内系統が飼料用として集荷した一部を組合が貯蔵し、組合員からの独自集荷分と合わせて毎月系統飼料工場へバラ輸送する連携を行ってきた。この実績を踏まえて、2023年5月30日には株式会社 Maize とホクレン農業協同組合連合会との間で業務提携契約を締結した。組合員からの独自集荷と JA 経由の集荷を合わせると、道産とうもろこしの 80% 以上をカバーすることになる。2023 年産では、8000～10000 トン程度の集荷が期待されている（写真 4）。



写真 4. (株) Maize とホクレンとの業務提携

(2) 食用

日本国内では、約 300 万トンが食用・加工用として利用されている。そのうち、代表的なものはコーンスターチである。食用としては、88 万トンがプレミアムコーンである。食用の中でもすべてが U.S. No.1 ではなく、用途に応じて使い分けられている。初期の国産子実用とうもろこしの生産時には、道産の価格が海外産に比べて高かった。そのため、国産を評価する需要を様々なチャンネルを通じて探し求め、雑穀米やポン菓子の原料、そしてコーン茶用原料など、販売先を広げてきた。特にコーン茶用は、ノンカフェイン志向の拡大に対応して、数百トンの販売量を達成している。まだ数量的には少ないが、菓子用材料を含む他の用

途でも、セミウェット式の製粉機で加工したコーングリッツを販売している。

2 年前からは、ウイスキー醸造用の原料として、大手メーカーを含む本州の企業に数百トンの供給を開始した。海外でのジャパニーズウイスキーの評価が高まっており、入手困難な銘柄も存在する。国産の生産団体は、モルトウイスキーには麦芽（産地は問わない）を使用し、日本国内で採取された水を使い、国内の蒸留所で蒸留し、木樽に詰めて日本国内で 3 年以上貯蔵するという基準を設けている。一方、世界的には、コーンを原料としたバーボン代表とするグレーンウイスキーが多く生産され、単体あるいはモルトウイスキーとブレンドされて販売されている。

日本産の原料を使用することで、ジャパニーズウイスキーの評価が高まる可能性がある。供給先の一つである新潟県村上市の吉田電材蒸留所は、船輸送のない新鮮な原料を評価している（写真 5）。さらに、2024 年には千歳市と苫小牧市に、年間数千キロリットルのコーンウイスキーを製造する大規模な蒸留工場が建設される予定である。これらの工場からも供給要望が寄せられている。食品用途においても、全集荷量の約 10% 程度であるが、国の生産補助金が整備され、海外価格差が縮小するにつれて、さらなる用途の拡大が期待される。



写真 5. 吉田電材蒸留所（新潟県村上市）でのグレーンウイスキーの連続蒸留（左）と熟成中の樽（右）

日本メイズ生産者協会の設立

北海道の取り組みに刺激を受けて、東北、関東、中部、近畿、九州の各地域でも生産者が結集し、

子実用とうもろこしの栽培に着手し始めた。これらの地域では、国内での定着を目指すために協力する声が広がり、それを受けて日本メイズ生産者協会（JMFA）が昨年4月1日に設立された（代表理事：柳原孝二、事務局：北海道子実コーン組合）。現在は8つの団体が参加し、農機具メーカーや農薬・資材メーカーからの賛助会員が加わっている（写真6）。



写真6. 日本メイズ生産者協会（JMFA）の設立

JMFAの目的は以下の通りである。

1. 作付け情報の集約と新規作付けの啓発
2. 栽培技術の向上のための技術情報の発信
3. 有利販売のための情報提供と連携
4. 関係機関へのロビー活動
5. 関係諸団体との連携

(HP:<https://japan-maize-fa.vercel.app/>)

飼料の高騰が背景となり、畜産業界では、主要な配合飼料の原料である国産子実用とうもろこしに関する情報を求めている。しかし、一方で転作田での麦や大豆の栽培が浸透しており、いくつかの地域では「手詰まり感」を感じている状況もある。JMFAは、設立目的に従って、各地域で輪作体系を確立するための技術支援や、実際の需要とのマッチングを促進する役割も果たしている。

補助金が増加したとは言え、他の作物と比較するとまだ子実用とうもろこしに対しては不十分な部分があり、生産者からは交付金の拡充を求める声も高い。子実用とうもろこしが日本農業に定着するために、今後も活動を展開する計画である。

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【青森県】

出来島種子生産組合（青森県つがる市）における 子実トウモロコシ生産の取組

出来島種子生産組合 営農企画部長 半田 春男

1 子実トウモロコシの生産について

(1) 出来島種子生産組合の概要

出来島種子生産組合は、青森県の西部、津軽平野の北部中央から西に位置するつがる市で、大豆、小麦、子実トウモロコシを生産している。大豆、小麦については、一般販売用に加え、種子生産の受託にも取り組んでいる。組合構成員は34人で、従業員はオペレーター3人、パートは年間で300～350人日となっている。

令和4年は、全作付面積114haのうち18ha（16%）で子実トウモロコシを生産し、全経営面

積に占める割合は着実に増加している（図1）。

(2) 子実トウモロコシ導入のきっかけ

大豆、小麦を中心とした転作組織として活動してきたが、年々地力が低くなり、大豆の収量が減ってきたことから、地力の向上を目的に、平成28年から子実トウモロコシの栽培を始めた。

(3) 子実トウモロコシの取組状況

子実トウモロコシの収量は、当初、500kg/10a前後であったが、令和2年以降は安定して700kg/10a以上を確保している（図2）。



国土地理院地図を加工して作成

組合の取組概要（令和4年）

組合構成員	34人 (理事6人、監事2人、構成員26人)
従業員	オペレーター3人 パート年間300～350人日
事業規模 (令和4年)	大豆（おおすず） 一般大豆35ha 採種大豆36ha 小麦（ネバリゴシ） 一般小麦10ha 採種小麦15ha 子実トウモロコシ (バイオニア108日 34N84) 18ha 合計面積 114ha
作業受託	水稻ヘリ防除 115ha

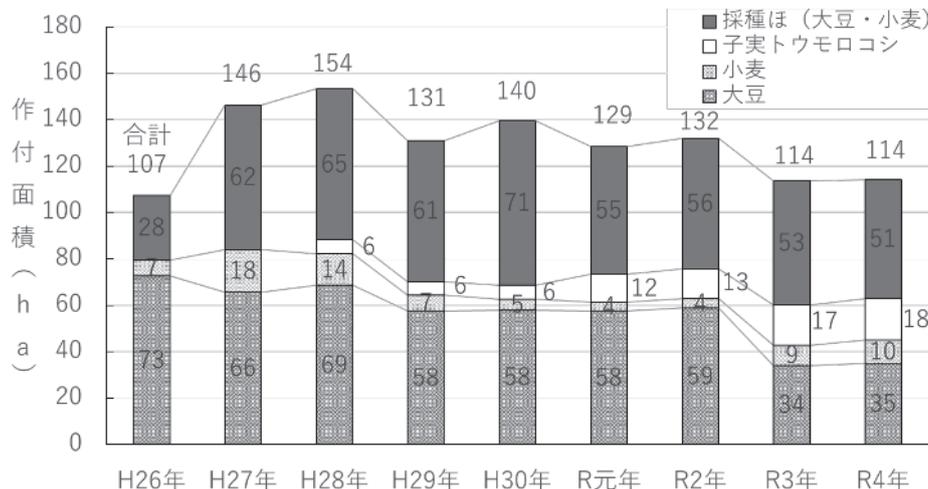


図1 組合の作付品目・面積の推移

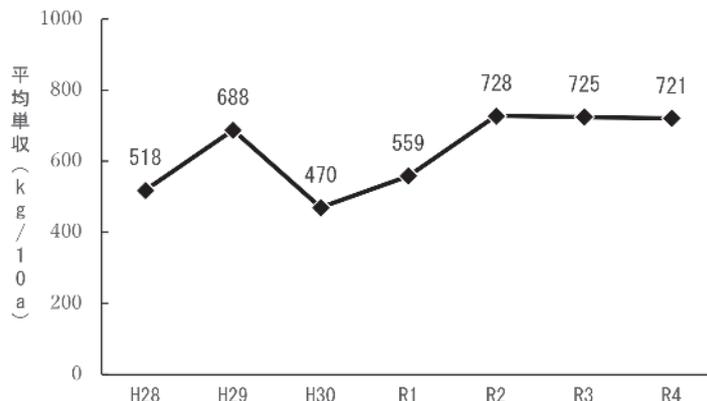


図2 子実トウモロコシの平均単収の推移

作業体系	作業時間(hr)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
	全体	10a当							
耕起	50	0.29	➡	(ロータリー2回)					
改良資材	10	0.06	➡	(ブロードキャスター)					
弾丸暗きょ	5	0.03	➡	(サブソイラー)					
鶏糞散布	19	0.11	➡	(ブロードキャスター)					
整地	20	0.12		➡ (パワーハロー)					
忌避剤処理	3	0.02		➡					
は種	31	0.18		➡ (真空は種機4条)					
除草剤散布①	17	0.10		➡ (ブームスプレーヤ)					
除草剤散布②	17	0.10				(ブームスプレーヤ)			
収穫	46	0.27					(汎用型コンバイン)	➡	
乾燥・調製	178	1.03					(汎用型乾燥機、粗選機)		➡
作業時間計	396	2.29							

図3 子実トウモロコシの作業体系と作業時間 (出来島種子生産組合、令和3年 17.3ha)

2 作業体系

- ・4月に排水対策として弾丸暗きょや額縁明きょを施工している。また、土づくりのため、土壌改良資材、鶏糞堆肥を施用している。
- ・は種は5月中～下旬に、真空は種機により行っており、条間72cm、株間18～20cmとし、は種量は10a当たり7,000粒としている。は種作業時は欠株が出ないように気を付けている。施肥はは種と同時に側条で行い、窒素成分で18kg/10a (うち3kg/10aは緩効性成分) 施用

している。

- ・収穫は9月下旬～10月中旬に、汎用型コンバインで行っている。機械乾燥の時間短縮のため、水分25%以下となってから収穫する。
- ・収穫された子実トウモロコシは、乾燥、粗選後、倉庫渡しで全量を業者に出荷している。
- ・全作業時間は10a当たり2.3時間で、青森県の大豆20ha規模の平均作業時間3.6時間を大きく下回っている (図3)。



弾丸暗きょの施工



真空は種機によるは種作業



汎用型コンバインによる収穫



収穫された子実トウモロコシ

	1年目	2年目	3年目	4年目
子実トウモロコシ	播種 → 収穫 → すき込み			播種 → 収穫 → すき込み
大豆		播種 → 収穫		
小麦	大豆立毛間・小麦播種	播種 → 収穫 → すき込み		

図4 地力再生に向けた輪作体系の導入例

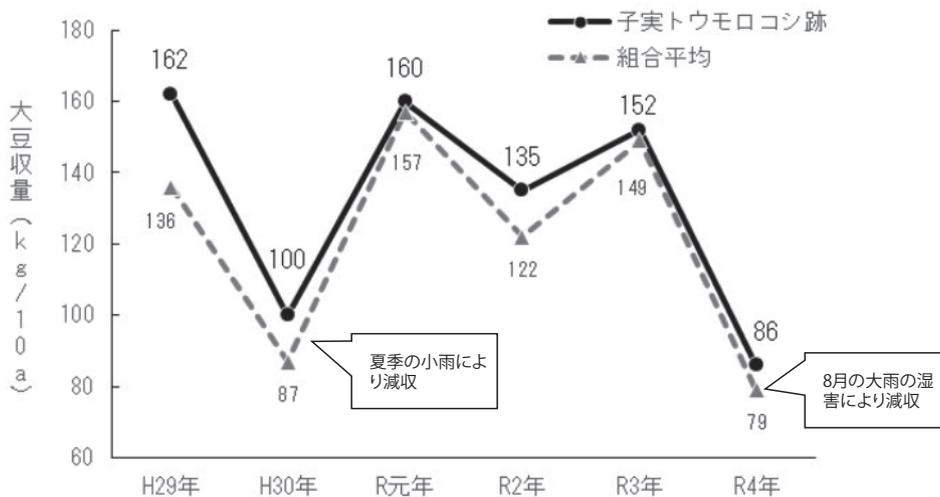


図5 輪作体系導入による大豆の増収効果

3 子実トウモロコシ導入によるメリット

子実トウモロコシを導入することで労働力が削減され、他の作物に振り向けることが可能となった。また、子実トウモロコシ→大豆→小麦の輪作体系を構築することで、連作障害の回避、収量・品質の向上が図られ、経営全体としての収益性を高めることが可能となった(図4、5)。

4 おわりに

近年、夏場の極端な降水量不足や集中豪雨等の異常気象が発生しているが、それらの影響を最小限に抑えることができるように作付体系や栽培管理を工夫し、子実トウモロコシの安定した収量の確保と輪作を基本とした面積拡大を目指していく。

「子実とうもろこし」の大規模実証について

全農宮城県本部米穀部

1. 子実とうもろこしと大規模実証

令和3年春より全農米穀生産集荷対策部（現米穀部）で「子実とうもろこし」による水田輪作の検討を開始し、同秋から、生産・流通・飼料利用におけるメリットや課題を確認するために、畜産生産部・耕種総合対策部・耕種資材部・施設農住部も参画した。更に、宮城県本部とJA古川、JA全農北日本くみあい飼料(株)などと連携して、令和4年から大豆の主産地である宮城県大崎市で、「子実とうもろこし」と大豆・水稲による水田輪作の3か年の大規模実証に着手した。

「子実とうもろこし」とは、とうもろこしの子実のみを利用するもので、わが国では、飼料用を中心に年間1,500万トンの需要があり、そのほぼ全量を輸入に依存している。

主食用米から「子実とうもろこし」への作付け転換によって、①主食用米の需給改善と米価の安定、②大豆の反収向上、③高騰・不安定化する海外穀物輸入のリスクヘッジ、④食料自給率の改善などが期待されている。

また、「子実とうもろこし」には、①労働生産性が高いこと（面積当たりの労働時間が小さいこと）、②大豆や小麦など、輪作作物の生産性向上に寄与すること、③耕種農家の所有機械を中心に作業が可能であることなど、生産上の有利点があるほか、堆肥の利活用による耕種農家と畜産農家が連携した循環型農業の実現にもつながる。

2. 令和4年の実証結果

JA古川管内の大豆生産組合を中心とした31経営体約91haの圃場で「子実とうもろこし」を栽培した。水稲や大豆と作業時期が重複しないよう、4月中下旬と5月中下旬の2回に分けて播種し、それぞれ、9月下旬と10月下旬に収穫作業

を行った。

残念ながら6月にひょう害、7月に河川氾濫を伴う風水害が発生し、被害面積は実証圃場の4分の3に及んだ。冠水や苗流出、折損や倒伏などの被害の影響もあり、乾燥調製後の全出荷数量は302トン、平均収量330kg/10aにとどまった。ただし、被害が軽度な圃場の平均収量は513kg/10a、最高収量は739kg/10aと、次年度に向けて手応えを感じる結果となった。

栽培面における課題については、①排水不良による湿害（生育抑制や欠株）、②播種粒数の不足（苗立ち本数が収量に大きく影響）、③害虫による食害、④クマ・カラス等による食害、アサガオ類などの雑草害などを確認した。

収穫された子実とうもろこしはJAの大豆センターで乾燥・調製を行った後、JA全農北日本くみあい飼料に向けて出荷され、配合飼料原料に使用されている。また、一部はJA古川管内の肥育農家に単味飼料として供給した。嗜好性も高く肥育農家からは通年を通して給与したいとの声を頂いた。

3. 令和5年の取り組み

令和5年度は、前作で明らかとなった課題の解決に取り組み、約100haの栽培を行っている。

栽培にあたっては、①施肥設計の見直し、②播種精度向上、③アワノメイガ防除、④適期収穫を徹底し、収量確保と品質向上を目指している。

乾燥調製や物流においては、①施設運営の効率化、②次年度以降のバルク輸送に向けた検討に着手しており、飼料利用にあたっては、今後の使用量拡大に向けた品質評価方法の確立に取り組んでいる。

アワノメイガ防除は、令和5年5月24日にプ

レバソフフロアブル5が子実とうもろこしへ適用
拡大されたことにより、ドローンや無人ヘリコプ
ターにより全圃場への散布を実施した。

待されている。



ドローンによる害虫防除作業
(令和5年7月)



子実とうもろこし圃場
(令和5年7月)

また、令和4年度に「子実とうもろこし」を栽
培した圃場で大豆を栽培し、増収効果など輪作体
系全体の収益性の検証を行うほか、「子実とうも
ろこし ⇒ 大豆 ⇒ 乾田直播」による超省力大規
模輪作体系の確立に向けて、農研機構による3か
年の実証試験にも参画している。

今年度はこれまでのところ風水害の被害もなく
順調に生育し、4月播種分は9月中下旬からの収
穫作業を予定しており、前年作を上回る収量が期



子実とうもろこし生育状況
(令和5年7月)

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【山形県】

山形県における子実用トウモロコシの生産・利用について

山形県農林水産部畜産振興課 課長補佐（畜産生産基盤） 星 光雄

1 はじめに

子実用トウモロコシは栽培管理が少なく省力管理が可能な作物である。また、機械を共用できる大豆との輪作は、子実用トウモロコシが根を深く張るため、水はけが良くなるなど土壌の物理性の改善効果があり、子実用トウモロコシの後作として作付けした場合、湿気に弱い大豆の収量増にもつながる。

また、子実用トウモロコシは混合・配合飼料の原料の約5割を占める主原料で、日本の輸入量は約1,100万トン/年となっている。近年、ウクライナ情勢の緊迫化や急速に進んだ円安などを理由に飼料価格高騰が続く中、国内産の子実用トウモロコシが輸入濃厚飼料の代替えとして注目されている。

2 山形県における子実用トウモロコシの生産状況

山形県内には村山、最上、置賜、庄内の4地域があり、子実用トウモロコシ生産の取組みは、平成27年度に置賜地域で開始された。平成28年度に庄内地域、平成30年度に村山地域、最上地域においても取組みが開始され、令和4年度には生産者数11、栽培面積64.3haに拡大している（図1）。この栽培面積の増加は、最上地域に位置す

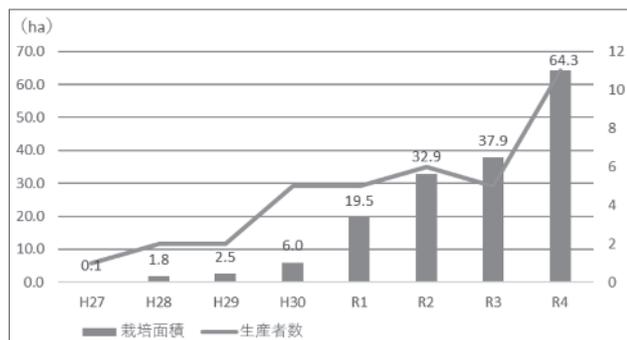


図1 山形県内の子実用トウモロコシ栽培面積・生産数の推移

る真室川町の集落営農法人が生産し、村山地域に位置する天童市内の和牛肥育経営体が利用している取組みが牽引しており、令和4年度においては県内取組みの約3/4を占める本県の主力な生産・利用体系となっている。



3 耕畜連携による取組み事例

ここで、前述の本県を牽引している取組みを紹介する。真室川町内の農事組合法人ひまわり農場が生産し、天童市内の株式会社なごみ農産にて利用されている事例である。

(1) 供給体制

生産者である農事組合法人ひまわり農場は、平成22年に設立した、地域の担い手として広範な農地を請負っている集落営農法人である。平成30年から子実用トウモロコシ栽培に取組み、令和4年度の経営面積は約180haであり、取組面積が多い順に、大豆70ha、子実用トウモロコシ48ha、飼料用米（粳米SGS）21ha、主食用米20ha、牧草18ha、ブロッコリー8haなどとなっている。子実用トウモロコシは省力管理にて大豆や野菜の連作障害対策、雑草対策、排水性の改善及び土壌改良や土づくり効果による収量増等が期待できる輪作作物として、ブロックローテーションの一部に組み込まれている。

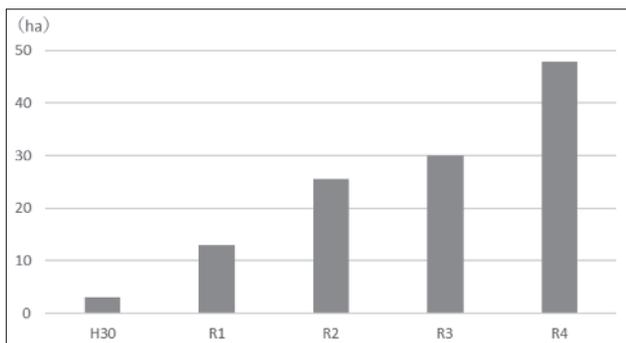


図2 (農)ひまわり農場の子実用トウモロコシ栽培面積の推移

令和4年度は、6品種（RM90～110）、播種5月5日～5月17日（条播）、栽植密度7,000本/10aで栽培を実施している。栽培体系（令和4年度）は2～4月に堆肥散布（牛糞堆肥+鶏糞堆肥）、4月に土壌改良剤散布、4月中旬に耕起、5月上旬に播種・基肥及び土壌処理剤散布、6月上旬に茎葉処理剤及び追肥散布、9月上旬に収穫、10月に残葉処理及び耕起を実施している。なお、子実用トウモロコシの収穫用機械は、大豆用として所有していた国産汎用コンバインを活用し、導入機械を収穫用アタッチメントであるコーンヘッダのみとすることで、投資額を抑えている。汎用



刈り取りの様子



トラックへの搬出の様子

コンバインとコーンヘッダの組合せによる収穫は、子実の実割れや子実芯混入量が少なく、良好な作業性が実現されている。

収穫から乾燥調製における作業従事者は、汎用コンバインによる収穫のオペレーター1名、収穫物（子実）の搬送（圃場⇔保管・乾燥施設）1名、補助（機械不調時の対応、詰込用袋の設置等）1名の合計3名体制が基本となっている。

乾燥方法は、大豆と併用の穀物乾燥機（縦型の昇降式乾燥機3台所有）を使用している。子実用トウモロコシは80℃の高温で乾燥し、水分は収穫時の30%弱から12%まで低下させている。

(2) 利用体制

利用者である株式会社なごみ農産は、粳米SGSを主体として、地元である天童市内を始め近隣市町で生産された地域内飼料の利用を進め、国産飼料100%給与による和牛肥育に取り組んでいる。

この取組みは、平成26年「天童地区飼料用米需給マッチング協議会」を設立して耕畜連携による粳米SGS生産・利用の実証を行い、平成27年に協議会を発展的に改組して「天童地区国産飼料クラスター協議会」を設立したことが契機となっている。地元である天童市内を始め近隣市町の耕種農家や山形県、天童市、天童市農業協同組合とのネットワークを構築し、粳米SGSを主体としたTMRによる国産飼料100%給与の体制を整え、平成29年度には肥育牛全頭への国産飼料100%給与を実現している。また、平成27年には、この独自飼料で素牛導入時から980日以上肥育した黒毛和種の牛肉を自社ブランド「和の奏（なごみのかなで）」と命名し商標登録証を取得した。このブランド名は、オーケストラが奏でる交響曲



収穫された子実用トウモロコシ

のように地域の耕種農家、関係者と生産した牛肉との思いからつけられており、まさに耕畜連携による牛肉生産を表現している。

一方、課題として枝肉重量の伸び悩みがあったことから、令和元年度以降、県農業総合研究センター畜産試験場（現 県農業総合研究センター畜産研究所）と共に、肥育前期牛に対する子実用トウモロコシの給与実証を行った。その結果、枝肉重量の改善効果が得られ、飼料における子実用トウモロコシの有効性を実感できたことから、TMR内での圧ぺん加工した子実用トウモロコシによる粃米SGSの一部代替を進めている。

なお、天童地区国産飼料クラスター協議会では、子実用トウモロコシの生産・利用の拡大に向け、令和10年度には65haを目標として取組みを進める予定となっている。

4 山形県単独の振興施策

県内の子実用トウモロコシの生産・利用を拡大していくため、3つの課題（①作付けの動機付け、②初期投資の大きい収穫用機械の導入、③乾燥・加工・保管の体制構築）を整理し、対応策として、令和5年度の県単独予算にて県産自給飼料生産利用拡大体制構築事業を創設した。

県産自給飼料生産利用拡大体制構築事業のメニューは、①子実用トウモロコシの作付け支援、②子実用トウモロコシの収穫支援、③乾燥・加工・保管を担う施設設置に向けた体制構築の3事業で構成されている。

（1）子実用トウモロコシの作付け支援

子実用トウモロコシの作付け者（耕起・播種・

防除・収穫の作業のうち2つ以上を実施）が、牛糞完熟堆肥換算で5t/10a以上の堆肥施用、事業開始年度から3年間連続して作付面積を維持又は増加、実需者の確保ができていることを条件に、事業開始年度（令和5年度）13,000円/10aを交付する。

（2）子実用トウモロコシの収穫支援

「山形県産子実用トウモロコシ生産利用推進協議会（事務局：公益社団法人山形県畜産協会）」が当協議会構成員による共同利用を目的とした子実用トウモロコシの収穫用機械を導入する経費及び推進事務に係る経費に対して、補助金を交付する。

（3）乾燥・加工・保管を担う施設設置に向けた体制構築

県産子実用トウモロコシを引き受けて乾燥・加工・保管を担う施設の設置に向けた体制作り並びに実証試料の分析を実施する。

おわりに

輸入価格に左右されない国産の子実用トウモロコシの生産利用の取組みが注目されているものの、機械導入に見合う面積や収量の確保の目途が立たず、取組みに至っていないケースへの対応として、子実用トウモロコシの生産利用の機会を作る仕組みが必要である。この仕組みを担う「山形県産子実用トウモロコシ生産利用推進協議会」が中心となり、関係機関・関係団体と連携・協力しながら、県産子実用トウモロコシの生産・利用を推進していきたい。

特集 子実用とうもろこしの生産・供給【山口県】

飼料用トウモロコシの生産をはじめとする地域に高付加価値な循環を生む仕組みの創造とそれを支える体制の構築について

山口市子実コーン地域内循環型生産・出荷協議会 事務局長 佐々木 一志

1 はじめに 取り組みの概要

山口市子実コーン地域内循環型生産・出荷協議会（以下、当協議会。）は、山口県の県央部に位置する山口市・宇部市地域（以下、当地域。）を中心に、飼料用子実トウモロコシ（以下、トウモロコシ。）の生産事業を行っている。

協議会の会員としては、トウモロコシ生産を行う耕種農家だけでなく、畜産農家、飲食、小売業者が加入するとともに、JA 山口県や行政と連携することで、トウモロコシの生産だけでなく、その先の畜産物の生産、さらには畜産物を活用する

料理や商品を見据え、飼料から地域産の畜産物を高付加価値化し、新たな産品を創造することを目的としている。

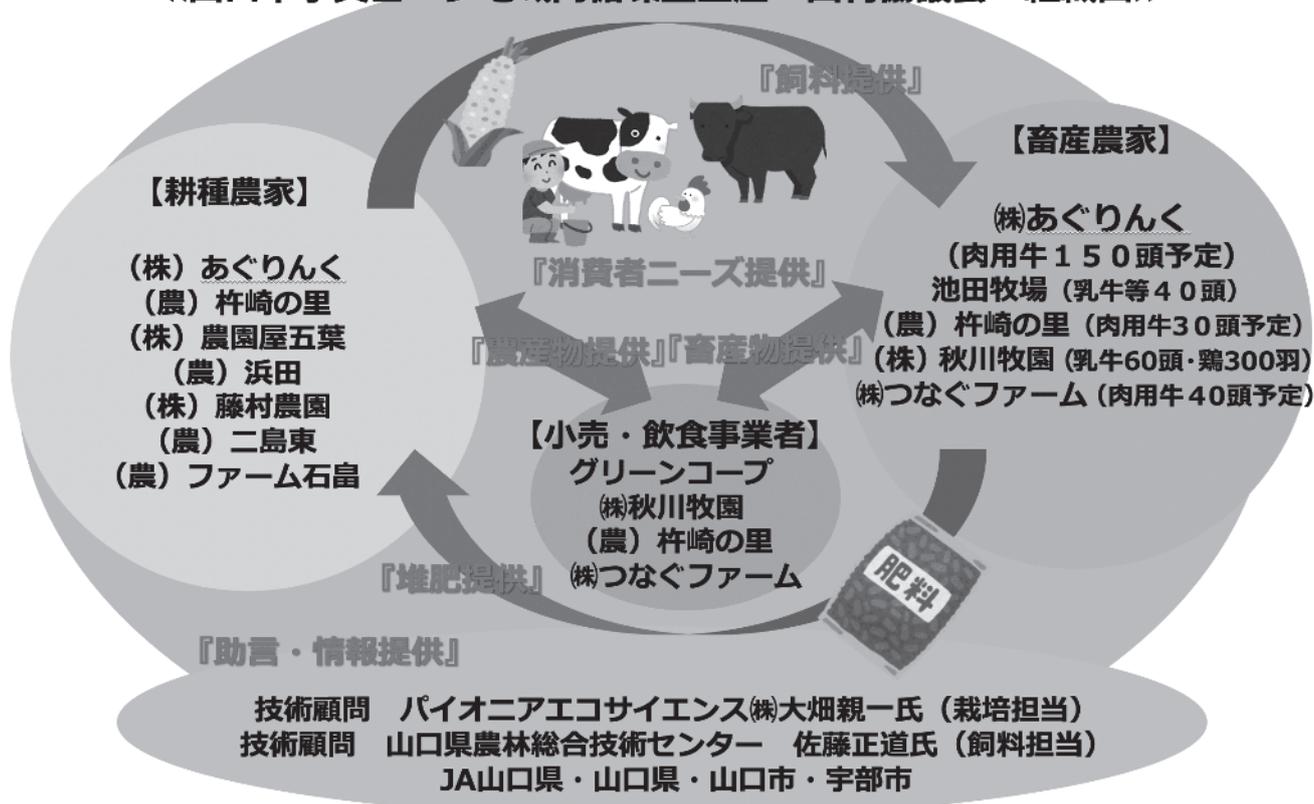
2 これまでの取り組み内容

（1）事業開始のきっかけ

当地域の面積は1309.88km²、経営耕地面積は716,250aであり、山口市では農産物生産高の約8割を水稻が占めるなど、水稻の生産割合が高く、主食用米の消費量や価格が下落する中、山口市の「もうかる農業創生事業」の一環で、それに代わ

山口市子実コーン地域内循環型生産・出荷協議会について

《山口市子実コーン地域内循環型生産・出荷協議会 組織図》



る作物の一つとして、試作に取り組んだところから始まる。

トウモロコシ生産のメリットとしては、①将来に渡って需要が見込める②栽培が比較的容易で時間当たりの労働生産性が高い③根耕や茎、葉の緑肥等により土壌改善効果が望め、他の輪作する作物を含めた収量増加が望めるなどがあり、水稻からの転換の手始めとして適するというのが選定の理由である。

事業を開始した2017年は、2農家、0.27haからはじめ、当初は、排水対策や除草剤散布のタイミングなどに苦心したが、ある程度生産が軌道に乗り、参加農家や作付面積が増加したことから、2019年に協議会を設立することとした。

当地域のトウモロコシの生産は、主に比較的小さな水田で栽培されるなど、典型的な中山間地域としての生産条件やトウモロコシは輪作する作物の一環であるなど経営上の扱いを考慮すると、山口県内を生産エリアと考えた場合でも、将来的にも北海道など大規模生産地と比べ、生産性はやや劣ることは否めない。

そのため、協議会の立ち上げにあたっては、当初より耕種農家だけでなく、畜産農家、さらには小売・飲食事業者に加入してもらい、耕畜連携だけでなく、消費者まで意識した事業展開とし、地域産飼料の価値を最大限活かし、バリューチェーン全体で付加価値を高めていくことを前提とした。

協議会立ち上げとともに、それまで播種・収穫機をレンタルで対応していたものを、国の補助事業を活用し、専用の播種機と収穫機を購入することで、協議会として、播種や収穫作業を受託するとともに、先進地への視察、土壌やトウモロコシ

の成分分析等を行い、生産技術や生産量の向上に努めている。

(2) 現状

①生産量

2017年度から2022年度までの栽培の結果として、以下の通りである。

生産者数、作付面積、反収ともに伸びが鈍化しており、生産量が微増にとどまっている。

作付面積が伸び悩んでいる主な原因は、必要な機械（排水対策：サブソイラー、施肥：マニユアスプレッダ、乾燥：乾燥機等）を所有していない農家が多く、作業に労力がかかることである。

また、反収については、機械不所持による排水対策等の作業不足に加え、土壌改善効果を各圃場で得るために、トウモロコシを保有圃場でローテーションして栽培しており、毎年新しい改善されていない圃場で栽培していることも原因である。

②需要

周知のとおり、短期的だけでなく、中長期的にも飼料の不足や価格の高騰が予測されており、畜産業の経営の安定や拡大のため、今後の国産飼料の需要は高まっている。

あわせて、県内の畜産農家にアンケートしたところ、この飼料の供給や価格の安定に加えて、地域産で安心・安全な飼料への関心も高まっており、地域産飼料を活用し付加価値を加える観点からも需要があることがわかった。（畜産農家38法人にアンケートを実施。地域産飼料の購入を希望する理由の1位が飼料供給や価格の安定のため、2位が安心・安全な食品への関心の高まりであった。）

実際に、トウモロコシを購入したいという依頼は会員だけでなく、地域内外から多数いただいて

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
生産者(人)	2	6	7	8	8	7	7
作付面積(ha)	0.27	3	6.82	14.75	11.7	14.8	21
反収(kg/反)	359	293	351	40	95.4	253	500
生産量(t)	0.97	8.79	23.94	5.90	11.16	37.44	105.00

*反収は、毎年度各圃場により0～約900kg/反まで差がある。

*2020、2021年度の実生産量等の大幅な減少は、台風等の被害による。

*2023年度は、予定を記載。

いる状況ではあるが、トウモロコシの加工機械が現状米用の乾燥機しかないため、粉碎等適切な形状で販売できていない状況にある。

③労働時間

当地域の実証では、トウモロコシ栽培の10a当たり労働時間は、約6時間と、水稲より短く、利益は高いとはいえないが、時間当たりで計算した場合、労働生産性の高い作物と言える。

④土壌改善効果

トウモロコシ栽培によって根耕や葉、茎等の緑肥、土中の余分な肥料を吸収するクリーニング効果等土壌が改善され、継続して栽培している圃場ではトウモロコシの反収が増加している。

あわせて、トウモロコシ栽培後の圃場では、キャベツなどの輪作する作物の収量も増加しており、特に山口など年2回栽培できる地域では、この土壌改善効果や労働時間の短縮を活かし、輪作する作物の収量増加や年間労働時間の平準化など農業経営全体の改善が期待できる。



【栽培2年目の圃場 初年度反収約300kgであったものが、反収600kgを超える収穫となる】

⑤畜産物への効果

上記のとおり、加工機械の関係で、現状協議会内での飼料の利用は限られているが、乳牛への給餌の結果を分析したところ、乳量が増加するとともに(1.2kg/日/頭増加)、乳質が向上した(バルク乳の乳脂肪率は0.05%、無脂固形分率は0.1%それぞれ上昇)。また、味認識装置での味覚分析では「旨味コク」(後味、うま味の余韻)を強く感じる可能性が示唆された。

これらの効果の明確な要因は未分析ではあるが、地域産の飼料に一定の効用が期待できること

がわかった。今後は畜産物に求める品質をどのように出すか、飼料設計等を検討する必要がある。

(3) 課題

①生産量の伸び悩み

現状最も大きな課題は、トウモロコシの生産量が伸び悩んでいることである。上記でも触れたが、この課題の大きな原因の一つは必要な機械の未整備である。

水稲が中心なこともあり、生産や調整に必要な機械を所有している農家が少なく、機械を他の法人や機械メーカーから借り受けることになり、手間が多くかかるため、生産圃場等が増加しにくく、あるいは作業が不十分となり、反収等の増加が鈍化している。

また、麦などと輪作するためには、トウモロコシをホールクroppサイレージ(以下、WCS。)として、子実を収穫する完熟期以前の早期に収穫する必要があるが、専用の収穫機がないため、圃場拡大の阻害要因となっている。

②配合飼料の製造

もう一つの課題としては、トウモロコシを粉碎、他の飼料と混合する、配合飼料の製造機械を所有していないことである。

協議会に加入する畜産農家は主に肉用牛を飼育しており、給餌するためには、トウモロコシを使用した配合飼料を製造する必要があるが、現在は米の乾燥機を利用して乾燥することしかできない。

このため、地域で飼料を活用しづらく、当協議会が目指す耕畜連携によるトウモロコシの生産から畜産物の生産、飲食等へ取り組みが地域内で実施しにくい状況となっていた。

これらの問題を解決するため、農林水産業の新しい取り組みを支援する「農林水産業みらいプロジェクト」を申請することとした。

3 課題への対応

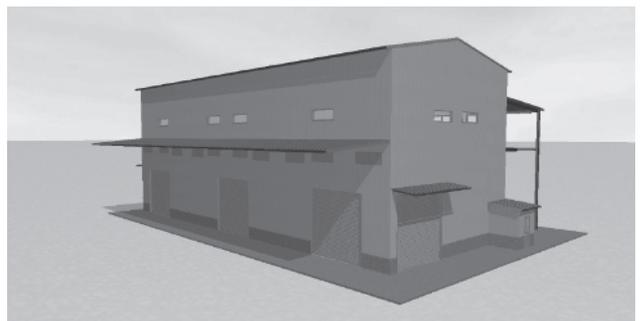
みらいプロジェクトは、一般社団法人農林水産業みらい基金の「前例にとらわれず創意工夫にあふれた取り組みで、直面する課題の克服にチャレンジしている地域の農林水産業者へのあと一步の後押しを通じて、農林水産業と食と地域のくらしの

発展に貢献することを目的とする事業」で、当協議会の会員である株式会社あぐりんくが申請者となり、2021年の対象事業となることができた。

対象事業となったのは、「国産飼料用トウモロコシの高度利用による地域産畜産物創造プロジェクト」であり、課題となっていた農作業車の所有による農作業受託事業とトウモロコシの乾燥や粉碎、混合を行う飼料製造事業を行い、地域産の原料を使った飼料による地域産畜産物の生産を目指すものである。

具体的には、大型のトラクタと微細断飼料収穫機等を購入し、これまでよりも播種作業等が効率的に行えるようになるとともに、トウモロコシをWCSとして完熟期以前の早期に収穫することもできるようになり、麦等との輪作や台風等の気候に対応した収穫が可能となった。

また、配合飼料を製造する（仮）やまぐち国産飼料用トウモロコシ高度利用化センター（以下、センター。）を建設し、トウモロコシの乾燥、粉碎から、他の原料との配合、貯蔵、運搬、カビ毒の自主検査までを行えるようにする。（センター



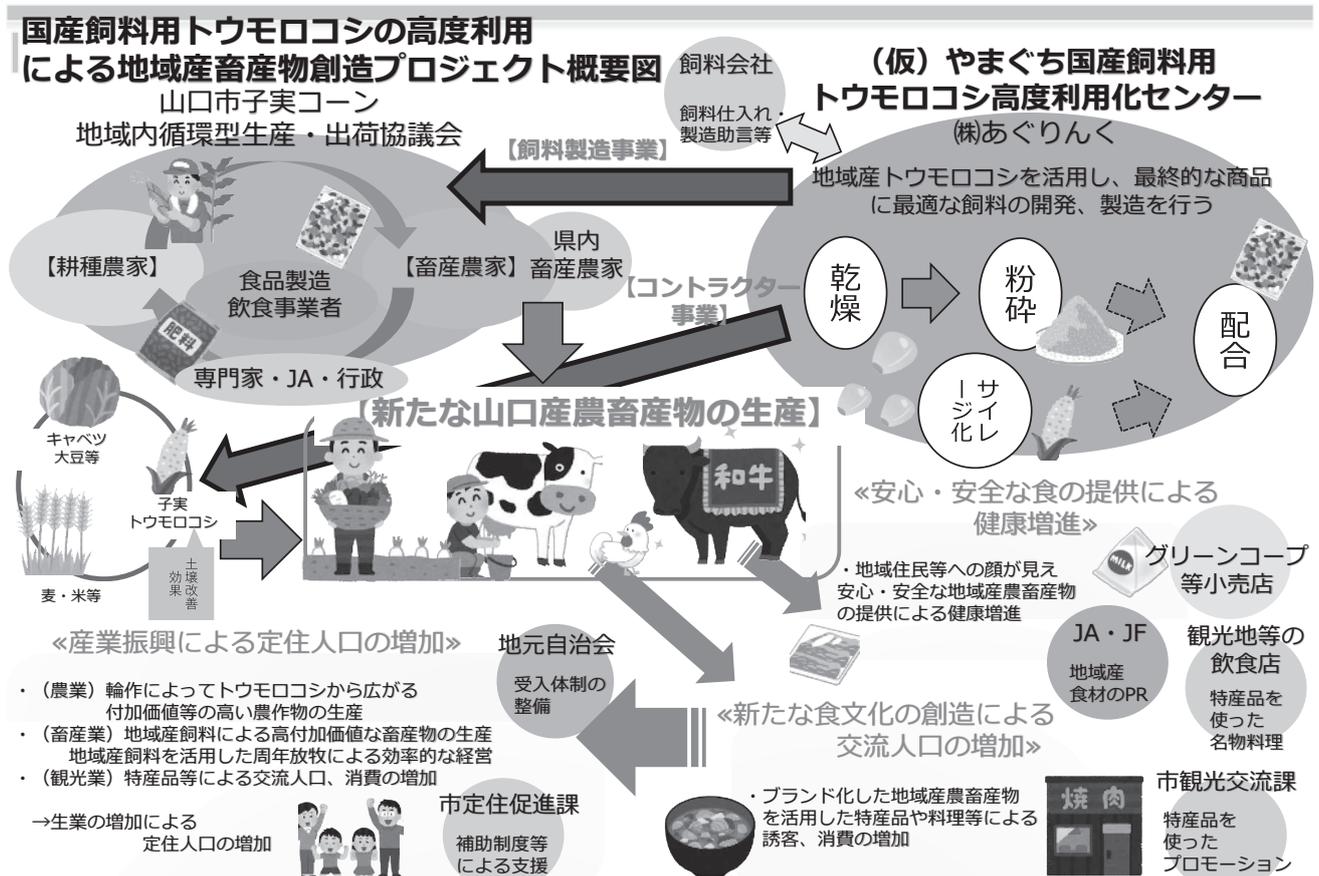
【(仮)やまぐち飼料用トウモロコシ高度利用化センター パース】

竣工は、2023年度末を予定。）

このことにより、トウモロコシのみの単体粉碎飼料や配合飼料、WCS等それぞれの畜産農家の畜種や所有機械等にあわせ、必要な形式の飼料を製造することができるようになるとともに、畜産農家が求める内容の飼料設計への対応も可能となる。

4 今後の展開

農作業車の購入やセンターの建設によって、当協議会が目指す仕組みの形がある程度整うこととなるが、課題は山積している。



①トウモロコシ生産量の拡大

みらいプロジェクトの活用により、ある程度の機械整備ができたが、大型のマニユアスプレッダなど、まだまだ不足する機械は多い。また、トウモロコシの生産量は、農作業受託体制の整備やセンター建設だけで一気に増加するとは考えづらい。これらの条件整備とともに、JA 山口県や行政機関などと協力し、播種や収穫の実演会等を通じて、事業の目的や経営・栽培モデルを示し、経営全体に対するメリット等を周知して、生産農家を増やすことが必要となる。

特に、将来的に安定的な飼料量の確保のためには、当地域だけでなく、徐々に県内に広げていく必要がある。

②地域産畜産物の価値の創出・拡大

事業全体で付加価値を高めていくため、地域産飼料やその飼料によって生産した畜産物、畜産物を活用した料理や商品等をPRし、それぞれのブランド力を向上していくことが重要である。

あわせて、飼料の製造は、単に輸入トウモロコシを地域産に変えただけで終わるのではなく、畜産農家や飲食事業者と協議し、目指す料理や商品に合う畜産物の品質に適切な飼料設計を模索していかなければならない。

具体例としては、当協議会には肉用牛の周年放牧を実施している畜産農家もあり、霜降り肉ではなく、放牧牛の特有の旨味のある赤身肉等を生産し、別の協議会会員が運営する焼肉店で提供している。今後は、関係者で連携し、赤身肉の特性を生かすメニュー開発や、それに適する放牧牛の生

産方法、飼料設計を検討していく。

③将来に渡って維持・拡大しうる仕組みや体制の構築

当事業は、耕種、畜産、飲食等各事業者が連携しないとうまく機能しない仕組みとなっている。関係者と事業の意義や価値について、しっかりと共有し、それぞれの価格設定や作業分担など利益や負担を分かち合える仕組みを作っていくとともに、農作業受託事業や飼料製造事業を土台として、協議会組織を発展させ、このシステムを支える体制を構築することで、事業を維持・拡大して行きたいと考えている。

将来的には、この体制が、JA 山口県や行政機関と連携の上、トウモロコシだけではなく、米や麦等の播種や収穫、調整等の農作業を受託し、地域農業を下支えするとともに、試験研究機関に協力いただき、国内でも類をみない地域産原料の飼料製造機能を活用し、山口だけでなく、畜産農家や飲食事業者の求める飼料を製造することで、各地域の気候や風土にあった新しい価値を生み経済を活性化する存在を目指す。

5 最後に

このトウモロコシの生産事業は、水稻とあわせて栽培する作物を模索するところから始まったが、地域内の循環により地域に高付加価値を生む仕組み作りに取り組むだけでなく、農作業受託機能や飼料工場が整備されることで、地域の農業を支える一つの主体の構築を目指すところまでできた。

現状は、このシステムの一定の形式が整えられるところまできたが、トウモロコシの生産量や畜産物のブランド化など、まだ目の前には課題が山積している。農家の高齢化や担い手不足がおり、地域農業を継続することが危ぶまれる中で、これらの課題を一つ一つか解決していき、地域農業や経済を支え、将来につなげられる事業となればと考えている。



【休耕田で放牧される牛】

「特産種苗」バックナンバー

当協会のホームページに、PDF版を掲載しています。
「特産種苗 情報誌」で検索してください。

号	発行年月	特集内容
1	2009年1月	創刊号、雑豆（小豆、菜豆、その他）
2	2009年4月	雑穀（アワ、ヒエ、キビ、その他）
3	2009年7月	ハトムギ
4	2009年9月	雑穀類の生産状況（平成17～20年産）
5	2009年10月	油糧作物（なたね、ヒマワリ、ゴマ、オリーブ）
6	2010年1月	甘しょ
7	2010年4月	ばれいしょ
8	2010年8月	アマランサス・キノア
9	2010年11月	雑穀類の生産状況（平成17～21年産）
10	2011年3月	ソバ
11	2011年8月	6次産業化
12	2011年11月	甘味資源作物
13	2012年2月	雑穀類の生産状況（平成18～22年産）
14	2012年10月	品種の収集・保存・配布
15	2013年1月	雑穀類の生産状況（平成19～23年産）
16	2013年9月	薬用植物
17	2014年1月	雑穀類の生産状況（平成20～24年産）
18	2014年9月	雑穀・豆類の機械化
19	2015年1月	雑穀類の生産状況（平成21～25年産）
20	2015年4月	とうがらし・わさび
21	2015年11月	地域特産作物
22	2016年2月	雑穀類の生産状況（平成22～26年産）
23	2016年12月	小豆、いんげん等種子の生産・供給
24	2017年2月	雑穀類の生産状況（平成23～27年産）
25	2018年1月	創立50周年記念誌
26	2018年2月	雑穀類の生産状況（平成24～28年産）
27	2018年9月	黒大豆、落花生種子の生産・供給
28	2019年1月	雑穀類の生産状況（平成25～29年産）
29	2010年1月	やまのいも種苗の生産・供給
30	2020年1月	雑穀類の生産状況（平成26～30年産）
31	2020年10月	あわ、ひえ、きび、もろこし種子の生産・供給
32	2021年1月	雑穀類の生産状況（平成27～令和元年産）
33	2021年9月	ハトムギ種子の生産・供給
34	2022年1月	雑穀類の生産状況（平成28～令和2年産）
35	2022年10月	油糧作物種苗の生産・供給
36	2023年1月	雑穀類の生産状況（平成29～令和3年産）



編集後記

近年、ウクライナ情勢等によりとうもろこしの輸入価格が上昇し、畜産業や食品業界は厳しい状況に立たされていますが、一方では国内で子実用とうもろこしを生産し、輸入とうもろこしの価格上昇に対抗しようとする動きも出てきています。

今号では特集として「子実用とうもろこし」を取り上げ、国内の子実用とうもろこしの主な産地

から生産・供給の取り組みについて、また、研究機関からは子実用とうもろこしの栽培体系や家畜への給与技術、さらには近年育成された品種についてご紹介いただきました。

ご執筆者の方には心よりお礼申し上げます。

本冊子が地域特産作物による地域振興にお役に立てば幸いです。
(佐々木記)

発行日 令和5年10月19日
発行 公益財団法人 日本特産農作物種苗協会
〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目4番1号
白亜ビル3階
TEL 03-3586-0761
FAX 03-3586-5366
URL <http://www.tokusanshubyo.or.jp>
印刷 株丸井工文社

よき結果をあげたい者はよき種を

實篤