

# 子実用トウモロコシの 収穫調製技術の開発方向

農研機構畜産研究部門  
河本英憲

本日の主な内容



## ✧ はじめに

～国産子実用トウモロコシへの期待～

## ✧ 国産汎用コンバイン用収穫ヘッドの進化

～専用収穫ヘッドをどう活かす?～

## ✧ 調製貯蔵分野の開発方向

～乾燥、サイレージ～

表1. トウモロコシ輸入量の推移 (万t)

	H27	H28	H29	H30	R元
米国	662.4	823.3	763.2	1087.6	553.3
ブラジル	344.2	133.9	257.9	36.9	588.0
南アフリカ	-	-	34.8	6.6	-
計	1040.2	1001.6	1071.6	1143.9	1168.9

財務省「貿易統計」

- ・ R元年総輸入量は1,169万t
- ・ R元年輸入総額は2,700億円
- ・ R元年輸入単価23.6円/kg

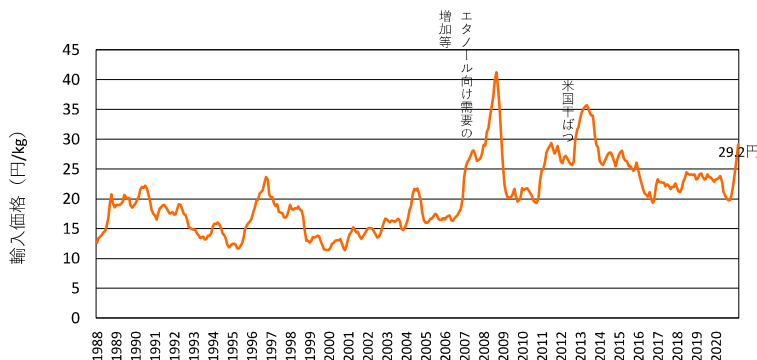


図1. 米国から輸入されるトウモロコシの価格変動

輸入価格は財務省貿易統計のデータを用い、月別の輸入金額を輸入数量で除して月平均の輸入価格を算出。

★R3年3月の輸入単価29.2円/kg (中国向け成約増、円安、海上運賃高等で**上昇中**) (財務省「貿易統計」より)

★直近の輸入単体飼料用トウモロコシの工場渡価格(加工、諸経費込み)は53円(バラ)～59円/kg(袋もの) ※前年比**139%**  
(配合飼料供給安定機構 飼料月報<速報版>R3年11月)

2

## 国産子実用トウモロコシへの期待



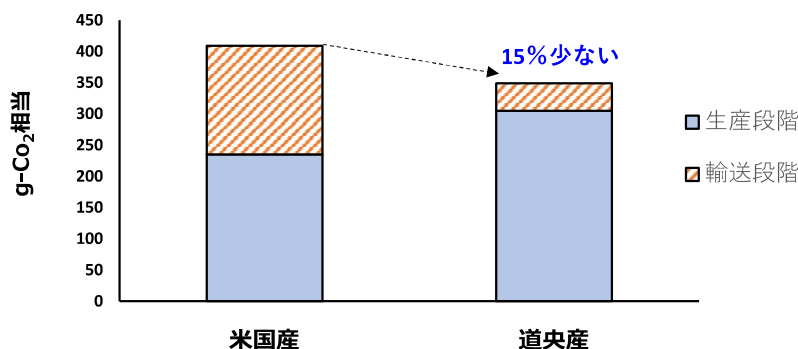
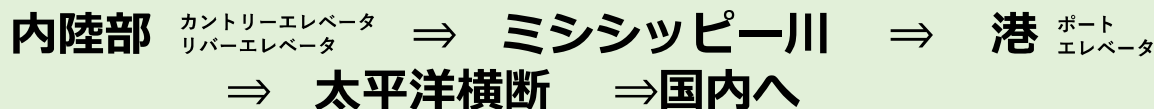
担い手への農地の集積で大規模経営体が増加する一方、米需要の減少から省力的に生産できる水田転作作物として、膨大な飼料需要がある子実用トウモロコシが有望と皆が気づき始めた。

- 子実用トウモロコシの面積当たり労働時間が水稻の1/20、大豆の1/5、小麦の1/4程度で極めて省力的なので、時間当たり所得が稲麦大豆に勝る
- トウモロコシ茎葉すき込みの緑肥効果や土壌物理性改善効果により、他の輪作作物へのメリットも期待
- 配合・混合飼料原料のうち約5割をトウモロコシ子実が占め、その輸入量は年間約1000万トン
- すでに取り組んでいる耕種農家に、たい肥処理に苦勞している養豚、養鶏農家や国産飼料を用いた商品開発を目指す生協などから生産要望が集中している

3

# 国産品は移動距離が遙かに少ない！！

米国産(主要なコーンベルト産)は、



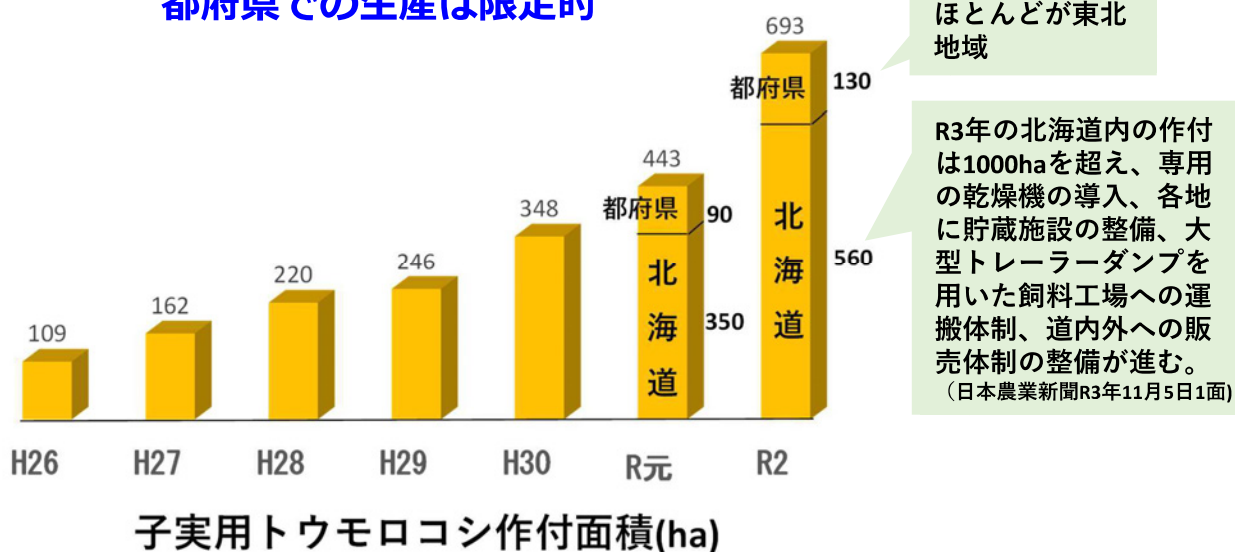
トウモロコシ子実の生産・輸送での温室効果ガス (GHG) 排出量

(北海道立総合研究機構(2014)「温暖化する地球 北海道の農林業は何かできるのか!?」より一部改変)

4

## 全国の作付面積の推移

作付の大部分を北海道が占める  
都府県での生産は限定的

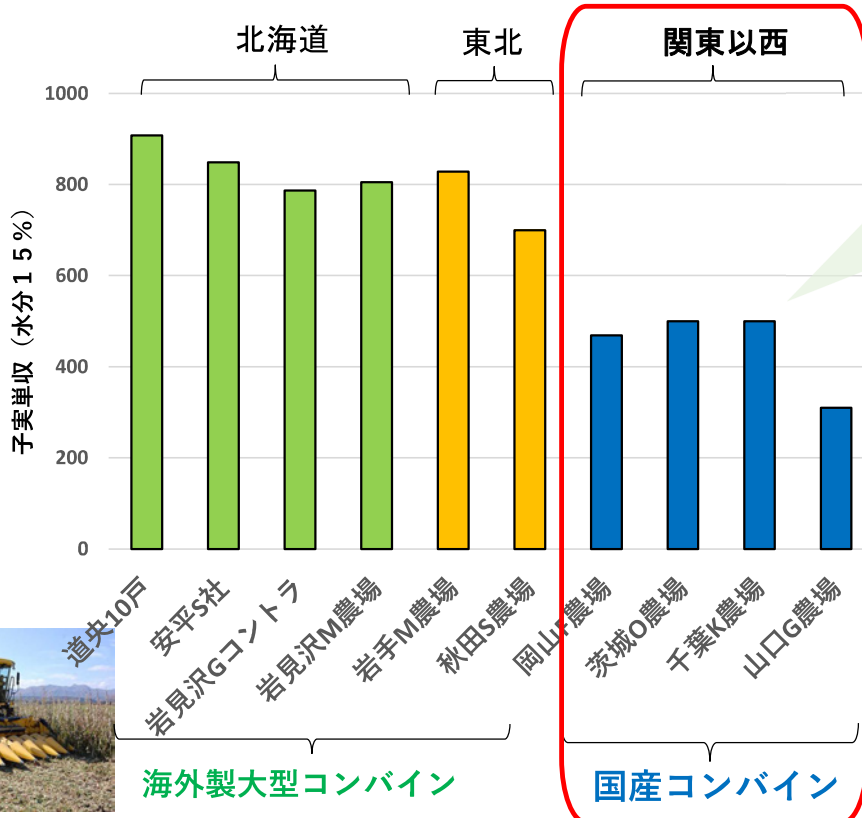


農水省「国産濃厚飼料をめぐる情勢」(R3年4月)を一部改変

5

# 北海道が日本のコーンベルトに! ・・・都府県の耕種農家は需要を逃す!?

## 温暖地での低い単収が都府県での拡大に暗雲



**課題**

- ★手探りの栽培技術
- ★病虫害の多発
- ★小区画圃場に対応する国産コンバインでの収穫技術が未確立

出典	
道央10戸	荒木 (2018)
安平S社	大下・久保田・青木 (2020)
岩見沢Gコントラ	荒木 (2020)
岩見沢M農場	荒木 (2020)
岩手M農場	幸田・宮路 (2020)
秋田S農場	幸田・宮路 (2020)
岡山F農場	杉戸ら (2021)
茨城O農場	赤松・西村 (2020)
千葉K農場	菅野 (2020)
山口G農場	橋本・種市 (2019)

# 国産汎用コンバイン用収穫機械の進化



**茎葉含む全体を掻き込むリールヘッダ**  
(他作物との共通収穫ヘッダにコーンキットを取り付けることで対応)

- ★長大型作物には不向き、また、茎葉の脱穀負荷により作業速度を速めにくい
- ★倒伏に弱い
- ★茎葉水分が高いと夾雑物（茎、穂軸）が増加  
(茎葉水分が70%を超えると夾雑物が5%を超える場合あり。長野畜試: 新稲作研究会)



安価な国産機種が登場

**雌穂だけをもぎ取るコーンヘッダ**  
(雌穂をもぎ取るスナップローラと茎葉を細断する回転刃を備え、トウモロコシ収穫に特化)

- ★ヘッド部が大きく重いのが、脱穀部を通る量が減るので作業速度を速められる  
(速度40%アップしても頭部損失0.1%以下、金井ら (2020))
- 低速作業となるが
- ★倒伏にも対応可 (左右および向い刈り)
- ★茎葉水分への対応力が高い

## リールヘッド

★低い草丈、茎葉が早く枯れ上がる  
**極早熟品種**が適する



★茎葉が枯れ上がる  
**過熟期**を待って収穫  
(立毛乾燥後に収穫)



## コーンヘッド

★草丈高く、茎葉多い  
**早熟品種 (RM106-115)**  
でも問題なく使える  
(より高収量が狙える)

★茎葉の枯れ上がりを待たずに子実が**完熟期**に達すれば収穫できる  
(台風等による倒伏リスクの減少、収穫期の拡大)

○北米のコーンベルトでは、圃場で子実水分20%以下に乾燥できる気候条件であるが、日本の湿潤気候では乾燥させたくても25%以上の水分での収穫が多い現状(金井ら、2018)

○コーンヘッドは少々倒伏しても収穫できるので、とことん乾燥させて収穫するか、それとも利点を活かして完熟期収穫（前倒し収穫）するか・・・

8

## 乾燥調製の特徴

☆広域流通、機械の共用可 (ソバ等と違ってアレルギー原因となりにくい)

☆畜産農家の穀物給与ラインは基本的に乾燥品に対応

★収穫作業量は乾燥機の張り込み能力に依存、トウモロコシは粉塵でやすい、高騰する燃料・電気コストを要する

★吸湿・カビ、虫対策を備えた保管施設が必要

★水分毎にきめ細やかな温風管理をしないと品質低下

★海外では高温高速乾燥が主流  
国産機（平形静置式、循環式（熱風・遠赤外））は高品質化を目指す低温低速乾燥が得意

★トウモロコシ対応の国産循環式乾燥機が市販、海外製の移動式乾燥機の活用も選択肢に

9



収穫

乾燥

貯蔵



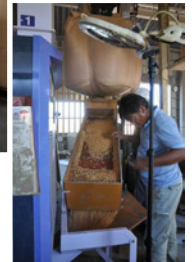
乾燥機への張込み前に  
夾雑物を除去



遠赤外線循環型乾燥機  
(トウモロコシ対応機種を増設、  
目標水分15%)



乾燥庫空きスペース



注文に応じて、再び夾雑物  
除去後、30kg袋に小分けし  
て養鶏農家へ出荷



出荷先で破碎が必要

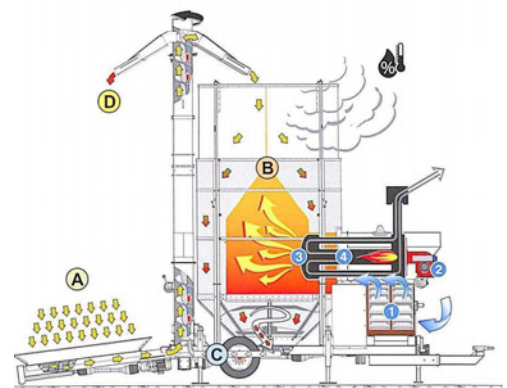
手間を惜しまず、丹精込めて、  
より良いものを・・・

10

(写真提供：畜産部門・阿部佳之氏)



AGREX SpA社 (イタリア) 製 AGD-10  
(東北農研での乾燥調製の様子)



サイロ容量：10m<sup>3</sup>  
必要トラクター：50馬力  
熱源：軽油  
乾燥能力：35t/24h  
乾減率：**2-5%/h**

(カタログより)

11

(写真提供：東北農研・嶺野英子氏)

- 輸入品(飼料用)は米国農務省品質等級のNO.2とNO.3のグレード →これと同等以上の品質を確保する
- コーンヘッダの登場で、より高水分域の子実が収穫される可能性 →幅広い水分域への対応が必要



⇒産地化・大規模化 = 専用の乾燥・貯蔵施設の整備

・・・そこに至るまでの・・・

- ★既存の国産乾燥機を活用する場合の温度設定プログラム
  - ・品質向上
  - ・燃料コスト低減
  - ・張り込み能力向上
  - ・貯穀害虫抑制
- ★保管時の低コスト劣化対策 (密封?、結露防止策・・・)
- ★夾雑物混入対策

12

## サイレージ調製の特徴

### ☆嗜好性高く、デンプン消化性も高い

- ・配合飼料にHMCを20%混合すると子牛はHMC入りを選択採食する (東山ら,未発表)
- ・発酵中にデンプンを取り囲む疎水性タンパクが分解するため (Hoffmanら,2011)、ルーメン内デンプン消化性は、乾式圧ぺん79%(61-93%)、蒸気圧ぺん84.5%(79-94%)、HMC89.5%(89-90%)の順に高い傾向 (大成,2013)

### ☆茎葉などは夾雑物にならず、気密さえ維持できればカビ・虫が抑制される

- ★耕種農家のみでは対応しにくい (刈取後の破碎・密封作業に人出が必要)
- ★気密が破れた場合や開封後は変敗しやすい

### ★米国では水分24%以上で発酵貯蔵されたものをハイモイスチャーコーン(HMC)と呼び、嗜好性高く乾燥コストがかからないことから酪農場の44%で給与されている

(イリノイ州立大学、ウィスコンシン州立大学、ノースダコダ州立大学普及センターHPより)

13



# サイレージ調製の一例 (岩手県M農場)

収穫



破碎



密封



貯蔵



敷地内空きスペース

乾燥機を使って  
夾雑物を除去



上段：フレコンラップ法  
下段：細断ベアラ利用

そのまま養豚場  
へ出荷

出荷先で破碎は  
不要

「丹精込めて、より良いものを」は変わらないが  
破碎に人手がかかるのは・・・

14

# サイレージ調製の一例 (山口市S協議会)

収穫後丸粒のまま  
一次貯蔵



ブランド牛へ給与

移動破碎サイレージコントラクターを  
利用して冬場に破碎・密封  
(粃米サイレージシステムの応用)

15



- コーンヘッダの登場で、より高水分域の子実が収穫される可能性  
→コーンヘッダの利点を最大限に発揮する場合はサイレージ調製が適する
- サイレージ化は嗜好性向上等で国産の利点をさらにアップできる  
→サイレージならではのメリットを活かして国産の差別化に活用できる



サイレージシステムを構築しないと国産品は鶏豚に取られて牛にはまわってこない可能性

## ★耕種農家でも対応できる調製方法

### ★大量安定調製技術

- ・耕種農家とコントラ、TMRセンターとの新たな連携方策  
(粃米サイレージ技術のさらなる発展が必要)
- ・変敗を遅らせる乳酸菌添加剤、発酵TMR素材に  
(HMC用各種乳酸菌製剤あり、短期貯蔵(10日間)で変敗防止できる菌種の報告も)  
(da Silvaら,2020)

16

# 耕種農家が対応できるサイレージ調製技術の開発

収穫と同時に、圃場内で未破碎のままフレコン+プラスチックシート内袋で簡易に密封梱包し、フレコンの荷姿で長期間貯蔵できる水田農家でも採用可能な技術



→ TMRセンター



農水委託プロ（現場ニーズ対応型「濃厚飼料供給」）内で実施中

17

- ✧ 国産トウモロコシのニーズが高まる中、国産機の開発が進み、北海道を中心とする大規模農家だけでなく、都府県の水田農家でも取り組みやすい状況が整ってきた
- ✧ コーンヘッドの登場で収穫時水分がより幅広くなる
- ✧ 大規模な専用乾燥・貯蔵施設の整備に至るまでの、既存の乾燥設備の活用方策や保管時の劣化方策が必要
- ✧ サイレージ化は嗜好性・消化性向上等で国産の利点をさらにアップできるが、耕種農家が対応できる調製方法、そして大量安定調製技術の開発が必要

## 令和3年度 自給飼料利用研究会 資料

**編集・発行** 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門  
研究推進部研究推進室

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

Tel. 0287-36-0111 Fax. 0287-36-6629

**Web問い合わせフォーム**

<https://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>

**発行日**：令和3年12月

本資料より転載・複製する場合は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得て下さい。