

平成 2 9 年度 自給飼料利用研究会

「自給飼料利用に関する研究成果の社会実装と課題」



平成 2 9 年 1 2 月 4 日 ~ 5 日

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

**資料の取り扱いについて**

本資料より転写・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。

## 開催趣旨

自給飼料利用研究・技術開発は農研機構及び公立研究機関等を中心に行われ、新品种や機械・作業技術、貯蔵・給与までに至る多くの技術開発がなされてきた。これら研究成果を一連技術として実需者に移転し、生産に反映させることが重要である。成果の社会実装については、研究者の努力に依存する部分が大きく、迅速・広範に普及する例は多くない。また、新技術を生産現場に持ち込むことによってはじめて認識される課題にも適切に対応することが普及技術として重要で、そこでは都道府県・農協等の普及部門や民間との連携も必要である。本年度の自給飼料利用研究会では、農研機構等公的機関で開発された新技術の社会実装とそこに横たわる課題を検証し、研究成果を効率的に自給飼料増産に活用するための知識・知恵の共有を図る。

### 主 催

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

### 共 催

国産飼料生産利用拡大ネットワーク

### 日 時

平成29年12月4日（月） 11：00～16：55

平成29年12月5日（火） 9：00～11：50

### 場 所

発明会館（東京都港区虎ノ門2-9-14）

### 参集範囲

農林水産省、独立行政法人、国立研究開発法人、都道府県、大学、団体、民間等の関係者

## 次 第

第1日目 12月4日(月)

開 会 11:00

挨拶 11:00-11:10

農研機構 畜産研究部門長 塩谷 繁

基調講演 (座長：農研機構 畜産研究部門 畜産飼料作研究監 大同久明)

社会貢献のための研究リテラシーの具体的方策 ―稲 WCS 研究成果の社会実装を例にして―

11:10-12:00

日本草地畜産種子協会 吉田宣夫

昼食休憩 12:00-13:00

行政報告 (座長：農研機構 畜産研究部門 畜産飼料作研究監 大同久明)

飼料をめぐる情勢と国産飼料増産対策 13:00-13:40

農林水産省生産局畜産部飼料課 太鼓矢修一

研究・技術・事例紹介 (座長：農研機構 畜産研究部門 飼養管理技術研究領域長 野中和久)

アルファルファ新品種「ウシモスキー」の特性と普及に向けた取り組み 13:40-14:10

農研機構 北海道農業研究センター 奥村健治

トモロシ官民共同育成品種「PI2008(スノーデントおとは)」の育成と普及について 14:10-14:40

雪印種苗(株) 立花 正

公的育成飼料作物品種の普及について 14:40-15:10

日本草地畜産種子協会 小林正勝

休憩 15:10-15:25

試験研究機関の開発技術の現地実証 ―普及・実需者の立場から― 15:25-15:55

熊本県酪農業協同組合連合会 増田 靖

飼料用サトウキビに関する技術開発と普及 15:55-16:25

農研機構 九州沖縄農業研究センター 服部育男

飼料生産用機械の開発から普及まで ―細断型ロールベアラ、汎用型飼料収穫機の場合―

16:25-16:55

農研機構 農業技術革新工学研究センター 志藤博克

**第2日目 12月5日(火)**

**研究・技術・事例紹介** (座長：農研機構 畜産研究部門 飼料調製ユニット長 鈴木知之)

乾田直播栽培(イネ)とトウモロコシ栽培・子実生産 9:00-9:30

農研機構 東北農業研究センター 篠遠善哉

イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第2版について 9:30-10:00

農研機構 北海道農業研究センター 青木康浩

日本飼養標準(乳牛)改訂について 10:00-10:30

農研機構 畜産研究部門 永西 修

**休憩** 10:30-10:45

**総合討議** (座長：農研機構 畜産研究部門 飼料連携調整役 上山泰史)

10:45-11:50

**閉会** 11:50

# 目 次

## 基調講演

社会貢献のための研究リテラシーの具体的方策

- 稲 WCS 研究成果の社会実装を例にして— . . . . . 1  
日本草地畜産種子協会 吉田宣夫

## 研究・技術・事例紹介

アルファルファ新品種「ウシモスキー」の特性と普及に向けた取り組み . . . . . 2 1  
農研機構 北海道農業研究センター 奥村健治

トウモロコシ官民共同育成品種「PI2008(スノーデントおとほ)」の育成と普及について . . . . . 2 6  
雪印種苗(株) 立花 正

公的育成飼料作物品種の普及について . . . . . 3 5  
日本草地畜産種子協会 小林正勝

試験研究機関の開発技術の現地実証 —普及・実需者の立場から— . . . . . 4 0  
熊本県酪農業協同組合連合会 増田 靖

飼料用サトウキビに関する技術開発と普及 . . . . . 4 9  
農研機構 九州沖縄農業研究センター 服部育男

飼料生産用機械の開発から普及まで  
—細断型ロールベアラ、汎用型飼料収穫機の場合— . . . . . 5 4  
農研機構 農業技術革新工学研究センター 志藤博克

乾田直播栽培（イネ）とトウモロコシ栽培・子実生産 . . . . . 6 7  
農研機構 東北農業研究センター 篠遠善哉

イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第2版について . . . . . 7 4  
農研機構 北海道農業研究センター 青木康浩

日本飼養標準（乳牛）改訂について . . . . . 8 1  
農研機構 畜産研究部門 永西 修

## 基調講演

社会貢献のための研究リテラシーの具体的方策  
— 稲 WCS 研究成果の社会実装を例にして —

日本草地畜産種子協会 吉田宣夫



# 社会貢献のための 研究リテラシーの具体的方策

- 稲WCS研究成果の社会実装を例にして -



(一社) 日本草地畜産種子協会  
飼料稲アドバイザー

吉田 宣夫 (山形大学客員教授)

## 本日の内容

1. 研究開発と社会実装
2. 稲WCSの地域定着ステップ
3. 稲WCSの全国展開ステップ
4. 稲WCSの到達点と課題
5. まとめ

## 「社会実装」という言葉について

GAFSA

- 「実装（じっそう）」という日本語は、最近まで耳にすることはなかった。
- 広辞苑には、'98年刊行の第5版で初めて記載されている。
- 辞書を引くと
  - 1 装置や機器の構成部品を実際に取りつけること。
  - 2 コンピューターのハードウェアやソフトウェアに新たな機能を組み込むこと。  
インプリメントimplement. インプリメンテーションimplementation.
- では、研究開発・普及では、「社会実装」の定義はどのようなものか。
- その定義には色々ありますが、
  - 1 「社会実装」とは、研究開発で得られた成果を実際に事業化し普及・定着させるフェーズを指す。
  - 2 「社会実装」とは、問題解決のために必要な機能を具現化するため、人文学・社会科学・自然科学の知見を含む構成要素を、空間的・機能的・時間的に最適配置・接続することによりシステムを実体化する操作。

引用：茅明子ら，研究成果の類型化による「社会実装」の道筋の検討．社会技術研究論文集 Vol.12, 12-22（2015年4月）

## 「アウトプット・アウトカム」との違い

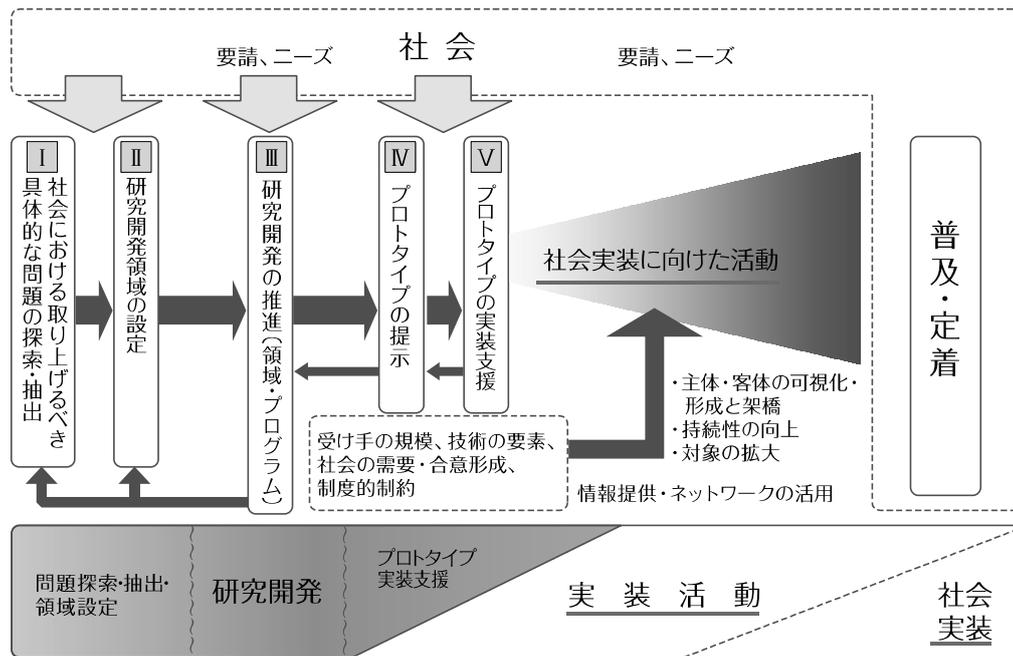
GAFSA

- 欧米政府機関でもアウトプットoutputs, アウトカムoutcomesの定義付けをしている。
- 我が国では、総務大臣決定「独立行政法人の目標の設定に関する指針」のなかで、特に国立研究開発法人の目標にその定義を示している。
- 研究開発活動のアウトプット（成果物）とは、例えば、投稿された学術論文、特許出願された発明、提出された規格原案、作成された設計図、開発されたプロトタイプなどを指す。  
(この中間にアウトリーチ活動がある)
- 研究開発活動のアウトカム（国や社会に対する効果）とは、研究開発活動自体やその成果物（アウトプット）によって、その受け手に、研究開発活動実施者が意図する範囲でもたらされる効果・効用を指す。例えば、科学コミュニティに生じる価値の内容、製品やサービスなどに係る社会・経済的に生み出される価値の内容などがある。
- では、「社会実装」との違いは・・・

引用：総務大臣決定「独立行政法人の目標の策定に関する指針」13p（2014年9月2日）

# 社会技術研究開発と社会実装との関係

GAFSA



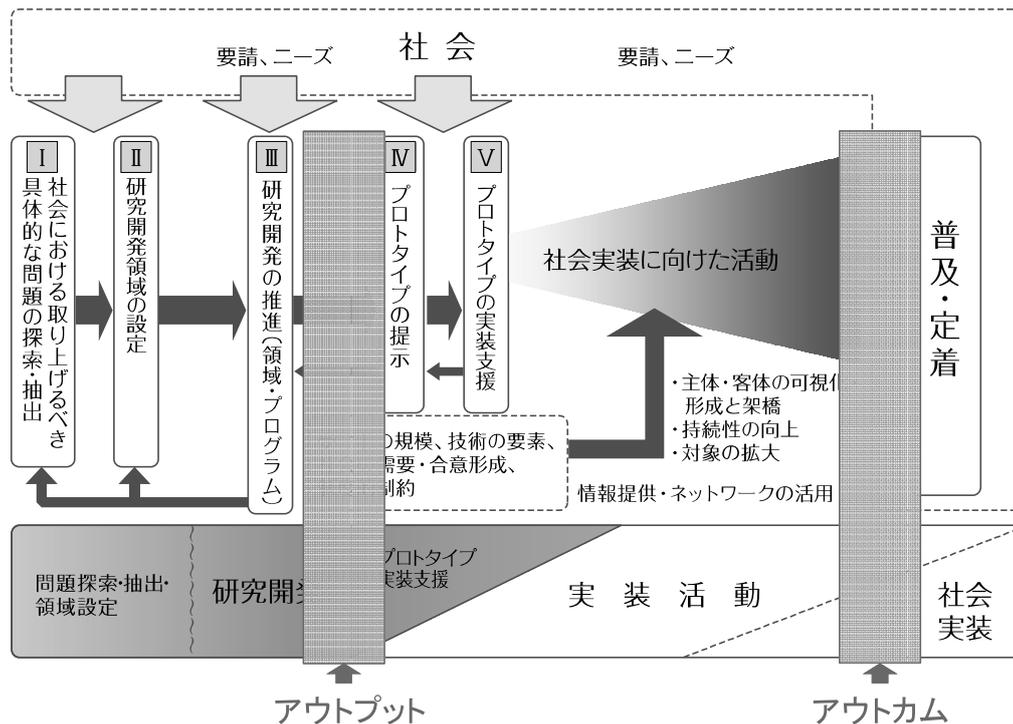
公募型(単独の成果を実装)

成果統合型(複数の成果を実装)

引用：国立研究開発法人 科学技術振興機構, RISTEXパンフレット, 10p (2017年4月)

# 社会実装とアウトプット, アウトカム

GAFSA



引用：国立研究開発法人 科学技術振興機構, RISTEXパンフレット, 10p (2017年4月)

# 科学技術基本計画と「社会実装」について

GAFSA

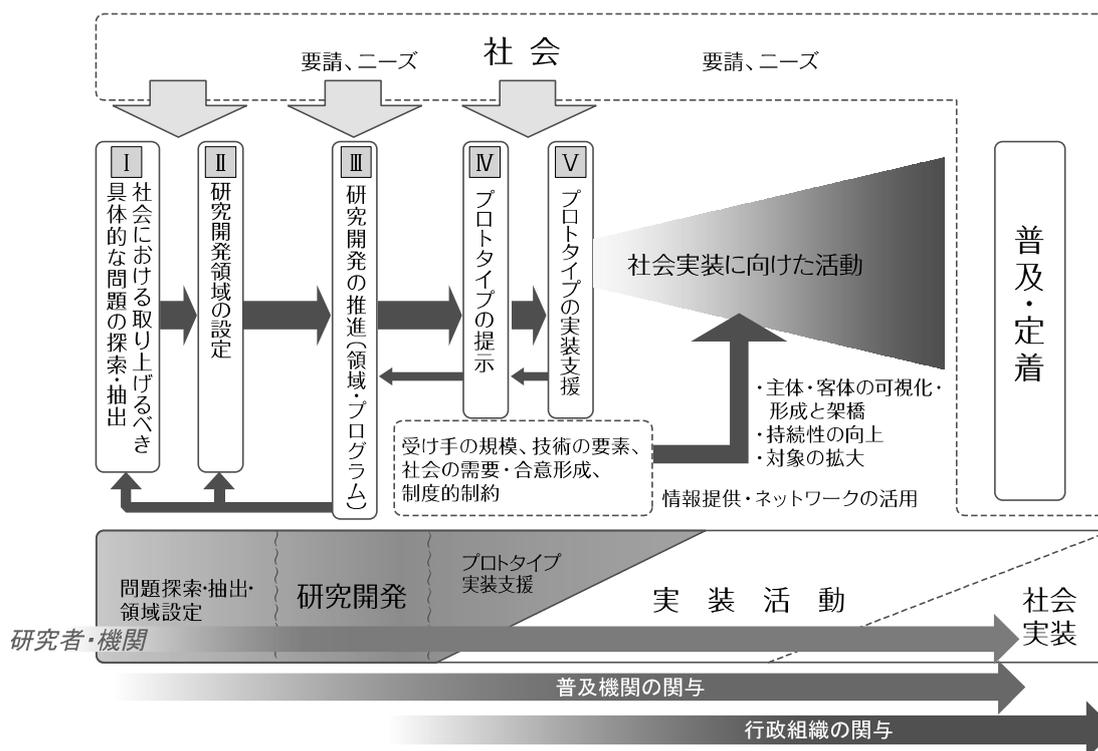
- 「科学技術基本計画」は、科学技術基本法に基づき政府が策定します。
  - 10年先を見通した5年間の科学技術の振興に関する総合的な計画
  - 第4期 科学技術基本計画(2011年)
    - ・研究資金制度における審査及び配分機能の強化、研究開発の実施体制の強化
    - ・PDCAサイクルの実効性の確保、研究開発評価システムの改善及び充実
  - 第5期 科学技術基本計画(2016年)
    - ・第3章で「経済・社会的課題への対応」の中で「13の重要政策課題ごとに、研究開発から社会実装までの取組を一体的に推進」と表記している。
    - ・第5章で「国内外の人材、知、資金を活用し、新しい価値の創出とその社会実装を迅速に進めるため、企業、大学、公的研究機関の本格的連携・・・イノベーションが生み出される」と表記。
- ➡ 企業運営の手法 ➡ ねらいは効率化、スピード感 ➡ ステークホルダーの意識付け

- ★ もっともなことが書かれているが・・・管理者は運用が画一的にならない姿勢が必要
- ★ 「やる気」、「キラリと光る成果を生む環境」を損なわず、「資金・評価等の弾力運用」が必要
- ★ 技術等に関わる行政組織、普及機関においても、「社会実装」は共通課題

引用: 閣議決定(2011.8.19)第4期科学技術基本計画、同(2016.1.22)第5期基本計画

# 社会実装と普及機関・行政組織の関わり

GAFSA



引用: 国立研究開発法人 科学技術振興機構, RISTEXパンフレット, 10p (2017年4月)

# 社会実装に向けた研究開発のステップ

GAFSA

表1 プロジェクト終了時の研究開発段階

段階	定義
g: 波及	生産物が当初予定した地域・組織等以外でも受け入れられている。
f: 部分的定着	生産物が実験を行なった地域・組織等で受け入れられている。
e: 社会実験	生産物が外部協力者を加えた組織的に実施できる担い手の基で検証されている。
d: 単発実験	生産物が外部協力者を加えた単発的な体制化の基で検証されている。
c: 実験室デモ	情報蒐集や分析により作られた生産物が研究チーム内で検証されている。
b: 概念・モデル・技術などの提示	実際の社会実装に向けた情報収集や分析が実施され生産物が構築されている。
a: 準備段階	準備段階

(演者の補足)

- ・生産物とは、プロジェクトで得られた研究開発成果(生産利用体系、システム)に置き換えられる。
- ・外部協力者とは、公的研究機関、大学、企業、普及職員、生産集団等に、
- ・地域・組織等とは、自治体・JA、畜産関係協会・団体等と考えてよい。

引用: 安藤二香: 社会問題の解決を目指す研究開発プログラム-需要側の参加を重視したマネジメント事例-, 社会技術論10, 1-10(2013年)

## 本日の内容

1. 研究開発と社会実装
2. 稲WCSの地域定着ステップ
3. 稲WCSの全国展開ステップ
4. 稲WCSの到達点と課題
5. まとめ

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 埼玉県自給飼料基盤 1970年代

- ・酪農、肉牛経営は台地上に立地している。
- ・台地は鉄道沿線(東武・西武・JR)の住宅開発で都市化へ。
- ・先細りする自給飼料基盤, 深刻な環境問題をどうするか。
  - ・自給飼料を東部低地の水田地帯に求める。
- ・荒川・利根川・江戸川河川敷で。
- ・農産残さ等の飼料化
- ・都市近郊畜産のあり方
- ・地域畜産の継続性は



図 埼玉県の自然地形

### a. 準備段階

- ・経営展開条件 (自然, 社会, 歴史等)
- ・自給飼料と資源循環
- ・生産基盤は
- ・利用可能地は
- ・稲わら, 麦稈
- ・エコフィードは豊富
- ・自給飼料に熱心な農家は強い

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 1 バイオマス収量の高い外国稲の栽培 1977

- ・Milfor, British-Hondulasなど多収系外国稲の特性
- ・飼料作分野のブーム(イネ, 耐湿性作物等)
- ・耐倒伏性を欠き, モノにならない研究だった。
- ・リセットして体系化研究の必要性を感じた。

## 2 酷い発酵品質だった稲WCS 1978-80

- ・高橋均室長(農事試験場)らとの共同研究
- ・当時の青刈稲の刈り取り晩限は糊熟期まで
- ・水分高く, 低糖含量から発酵品質は最悪だった。
- ・それでも家畜は食べてくれたのが救い。
- ・貯蔵方法の壁を克服する方法を考える。
- ・畜産専技(増山さん, 都築さん他)との濃密な情報交換

### a. 準備段階

- ・コーンSの社会実装直後
- ・稲飼料化は容易ではない。
- ・10~20年のテーマ
- ・稲WCS採食性の品種間差異
- ・転作要件の動向
- ・調製条件の検討が必要
- ・家畜は食べるが人は拒絶
- ・予乾
- ・ネットワークづくり
- ・価値の共有

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 3 稲WCSの弱点抽出 1980-85

- ・保存性の克服はサイレージか、アルカリ処理か？
- ・消化性は出穂～乳熟期で低下，以後高まる？
- ・国産品種が不可欠で，耐倒伏性が重要である。
- ・政策推進上の特性として識別性も必要か。
- ・収穫は、乾田は予乾S，湿田はDirect cutが。  
(日草誌 33(2): 109-115, 1987).

## 4 飼料米の諸提言への関心 1980年代

- ・東北大・角田先生のデントライス計画<sup>次頁</sup>に共感する。
- ・宇大・皿嶋先生と飼料用米で情報交換する。
- ・山形大・笹原、萱場先生の「飼料用米の考え方」に触れる。
- ・将来を見据えた「提言」は勇気と関心に影響する。
- ・しかし，飼料用米は20世紀中は難しいと感じる。

### a. 準備段階

- ・最適な保存性は？
- ・飼料評価
- ・ペールラツパ普及前

### b. 概念・モデル・技術等の提示

- ・資料収集
- ・コメ政策は岩盤
- ・着眼大局、着手小局

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## デントライス計画により提案された育種目標

逆7・5・3計画について

段階	育種年数	収量 (農家段階)	備考
第1段階	3年 (起点1981年)	10%増	育成中の系統から選出 当面の対応として各育成地において育成中の系統から 食用としては品質不良であるが、収量性と安全性に優 れたものを選出する。
第2段階	8年 (第1段階達成後5年)	30%増	既存の多収品種、韓国品種、極大粒品種等の改良による 育種。 既存の多収品種等を素材とし、早生化、耐病性、耐冷 性、耐倒伏性の付与を目標に多収品種の育種を行う。 収量目標としては、500kg地帯で650kg、650kg地帯で 850kgとする。
第3段階	15年 (第2段階達成後7年)	50%増	第2段階の育成系統を素材とし、早生化、耐病性、耐冷 性、耐倒伏性の強化、草型の改善によって超多収化を 図る。収量目標としては、500～650kg地帯で750～ 980kg、多収田では1トン以上とする。

- 1: 本計画で育成された品種「タカナリ」，「ふくひびき」などは飼料用米で活用
- 2: 保存・育成された系統は今日の飼料用米品種の育種素材に

### b. 概念・モデル・技術等の提示

- ・大胆な計画の必要性
- ・達成可能な目標は不要

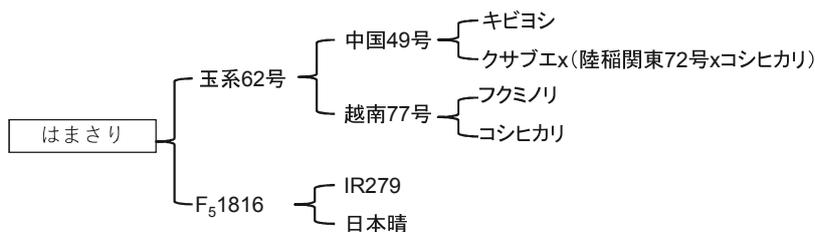
- ・左表のとおり、飼料用米収量の水準は現在と差がない。

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 5 本邦初の専用品種「はまさり」1980-1985

- ・育種家(元農事試・庭山氏)との出会い.
- ・育種目標の設定(麦跡・晩播適性・耐病性・茎葉・無芒無毛)
- ・飼料評価, 調製技術と乳牛への給与試験
- ・1985年に本邦初の飼料用品種登録(埼玉農試)



飼料用稲「はまさり」の系譜

- ・茎葉比率が大, 茎葉中のOCC含量高, 嗜好性高
- ・多肥栽培で耐倒伏性に優れ, Direct cut収穫可

### c. 実験室デモ

- ・稲作研究機関は高い敷居
- ・育種目標で情報交換
- ・育成品種を家畜で検証する研究モデルに.

- ・無芒無毛は有効

### d. 単発実験

- ・多収・耐倒伏性・耐病性・茎葉型・肥料耐性の5目標

- ・サイレージ適性有

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 6 しめ縄用水稻「実とらず」に注目 1987

- ・茎葉型「はまさり」でも籾が多いことへの疑問
- ・元・茨城農試・平澤氏から「実とらず」の種子譲渡
- ・結果は茎葉消化性は「はまさり」より劣る.
- ・耐倒伏性を欠き, 期待外れ(日草誌 39(3): 359-363, 1993).
- ・2000年以降の「リーフスター」, 「たちすずか」を待つことになる.



ごぼうじめ HP縄屋・忠右衛門より



実とらず 戸倉氏(埼玉水田研)

### d. 単発実験

### c. 実験室デモ

- ・茎葉型へのこだわり

- ・実とらず研究の波及(江戸文化史と稲作伝播)(滋賀県在来の「猪食わず」)

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 7 県単事業の開始とその波及効果 1987-1997

### 事業目的

水田の高度利用を図るため、転作田にホールクロップ用稲を作付推進し、大家畜経営の飼料自給率の向上に務める。

### 必要性

1. 県東部は湿田が多く、水稻以外への転作が困難である。
2. 大家畜地帯と水田地帯は一致せず広域的な流通体制の確立が必要
3. WC稲の品質保全と飼料価値向上のためにNH<sub>3</sub>処理を活用し飼料の有効活用を図る。

### 技術支援

1. 栽培・給与マニュアルの作成
2. NH<sub>3</sub>処理及びサイレージ調製の技術指針を作成

- ・事業により生産拡大，視察者が増す。
- ・この事業が2000年からの国事業の稲発酵粗飼料のプロトタイプへ。
- ・残された問題点：収穫方法，NH<sub>3</sub>処理

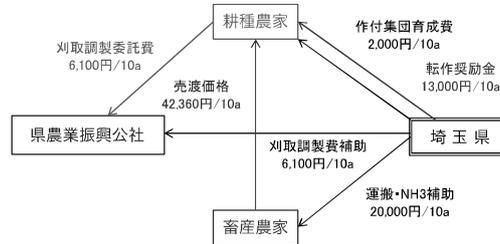


図 10a 当り助成金額と売買関係



農家向けパンフレット

### e: 社会実験

- ・行政担当との擦り合わせ (現・埼玉畜産協会北野氏)

- ・妻沼町での実験・実証

- ・種子確保事業(継続中)

- ・マンガ，イラストで

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

GAFSA

## 8 県単独事業下での生産・調製・給与 1990

- ・多肥栽培により乾物収量1,300kg/10aの事例
- ・ほ場審査で買い上げ価格を3ランクにする。
- ・収穫は牧草と同じ予乾体系，糶は脱落する。
- ・二毛作(裏作: 小麦・人参)のためコンタミ回避
- ・アンモニア処理の評価は分かれる。
- ・嗜好性が高く，多給による乳量低下事例もあった。
- ・数少ない研究仲間(石田さん、永西さん、浦川さん)と情報交換
- ・埼玉県粗飼料利用研究会の設立 1990年
- ・見学者多数，全国規模への展示効果があった。

### e. 社会実験

- ・モデル提示

- ・裏作圃で糶発芽

### f. 部分的定着

- ・評価と分析

- ・外部協力者の組織化
- ・社会実装のネットワーク
- ・多様な階層との付き合い

### g. 波及

- ・関東、東北、九州など



2名1組で刈取作業

2名1組で集草・梱包

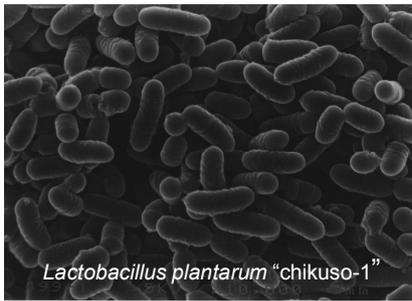
集中的なアンモニア処理

# 稲WCS生産・利用技術への地域定着ステップ

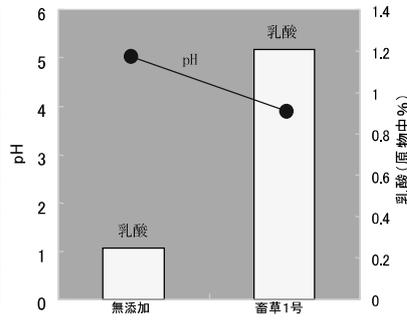
GAFSA

## 9 稲WCS用乳酸菌「畜草1号」の開発 1995-

- ・理研から乳酸菌専門家(蔡義民氏)が畜草研に。
- ・稲WCS用の特性・乳酸菌開発で意見交換
- ・低糖材料で期待できる2/800菌株スクリーニング(蔡)
- ・大規模実証で長期保存効果を確認(蔡・吉田)
- ・‘眼から鱗’のサイレージ発酵 (日草誌 49(5): 477-485, 2003)



「畜草1号」菌株



貯蔵1年後の稲WCSの発酵品質

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示

・乳酸菌で課題解決するか?

・実装段階の使用条件は?

・FILBの判断

- ・商品化がいずれ必要
- ・添加の効率化→専用機搭載

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## 10 1998年が稲WCSのエポック

- ・平成5年の冷害以降5年で過剰米拡大
- ・他県からの見学, 講師要請が増えるなど機運上昇
- ・農水省官房, 国会議員他から多数の問い合わせ
- ・農政ジャーナリストの会(中村会長・NHK解説員)で講演

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示

・上滑りな論議は失敗する。

・社会的責任

## 11 中央農研, 草地試とのやり取り 1998

- ・畜産草地試験研究推進会議で激論する。
- ・「国研は飼料稲育種はしない」, 「発想は美しいが」
- ・小林草地試験場長がヒアリングで来県される。
- ・埼玉産稲WCSで石田主研(現・石川県立大)が飼養試験
- ・その後、国研が精力的に飼料稲育種を開始

- ・激論する機会の減少
- ・ハッキリ物を言う大事さ

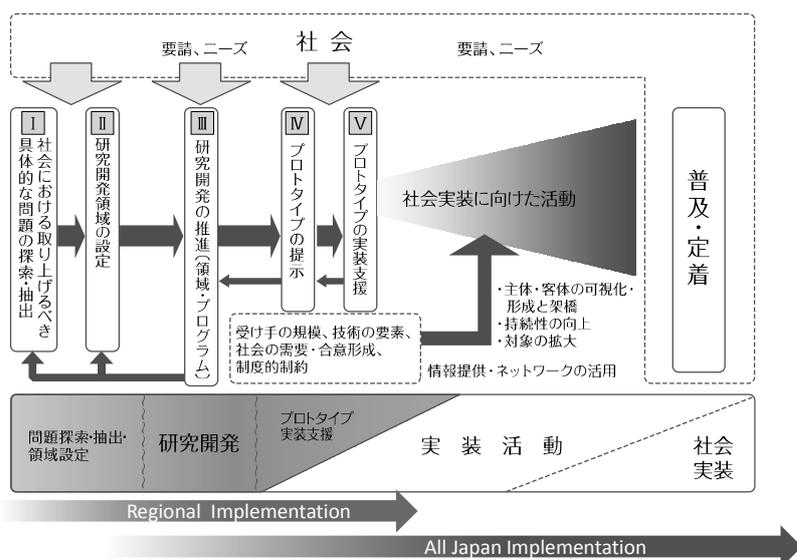
・場長自ら現場の意見聴取

# 本日の内容

1. 研究開発と社会実装
2. 稲WCSの地域定着ステップ
3. 稲WCSの全国展開ステップ
4. 稲WCSの到達点と課題
5. まとめ

## 地域(埼玉)での社会実装から次のステップへ

GAFSA



- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示

- 埼玉県での取組みは、一地域での社会実装に過ぎない。
- 地域で蓄積した到達点では、All Japanの社会実装には多数の欠落点があり、政策推進は行き詰まる。
- リセットして、問題探索・抽出・領域設定、研究開発を行う必要性。

- ・埼玉の条件
- 1 乾田・二毛作地帯
  - 2 良食味米生産県ではない。
  - 3 専用種が基軸
  - 4 高泌乳牛給与ではない。
  - 5 コントラ集団あり。
  - 6 行政・普及の連携あり。

引用：国立研究開発法人 科学技術振興機構, RISTEXパンフレット, 10p (2017年4月)

# 稲WCSの研究開発と社会実装イメージ

GAFSA

## 【普及・定着に向けた目標】

第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ
栽培面積 5,000ha	栽培面積 30,000ha	栽培面積 100,000ha
供給量DM 50,000 t	供給量DM 400,000 t	供給量DM 1,500,000 t
生産・利用状況 一部地域の酪農・肉牛農家による期間限定の利用が進む。	生産・利用状況 水田飼料作物と組み合わせた通年利用が進み、多様な耕畜連携が確立する。	生産・利用状況 営農組織による安定した生産により持続的な大家畜経営を確立する。

(抜粋) 吉田宣夫: III. 地域資源を活用した牛の飼養 1. 稲発酵粗飼料の活用, 畜産技術, 8-12 (2003年8月号)

## 稲WCSの定着ステージに対応した技術課題(領域)

GAFSA

	第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ
品種育成	■ 専用種と一般水稲の活用	■ 地域適性の高い新品種育成	■ 高消化・超多収品種 ■ 多様性品種育成
栽培技術	■ 移植栽培法	■ 乾田・湛水直播の安定化 ■ 農薬問題の解決	■ 高度な低コスト栽培技術 ■ 飼料作物との2毛作体系 ■ 環境調和型栽培
収穫技術	■ 牧草収穫機の活用 ■ 専用収穫機開発	■ 専用収穫機の多様化・大型化 ■ 湿田対応型走行	■ 刎破砕型収穫機の開発
サイレージ	■ 条件制御型の調製法 ■ アルカリ処理サイレージ	■ 専用乳酸菌製剤の開発 ■ 長期安定サイレージ	■ 大型サイロでの安定貯蔵 ■ プロバイオティック飼料
運搬技術	■ 狭域流通技術	■ 品質安定化技術	■ TMR・飼料搬送システム
TMR調製	■ 個別のTMR調製	■ 高密度TMR調製機の開発	■ 水田地帯でのTMRセンター ■ 食品残さ・水田資源の活用
給与技術	■ 分離給与技術 ■ 最大採食量研究	■ TMR給与技術 ■ 併給粗飼料の解明 ■ 繁殖牛・肥育牛の給与技術	■ 高品質飼料イネの給与技術 ■ 機能性・高品質畜産物の生産技術
生産物戦略	■ 機能性の解明	■ ブランド畜産物の創出 ■ 機能強化畜産物	■ 多様なブランド畜産物 ■ 畜産物生産費の削減
コスト低減	■ 生産費50,000円/10a	■ 生産費45,000円/10a	■ 生産費40,000円/10a
生産組織	■ 耕畜農家間の連携 ■ 自己完結生産	■ コントラクター組織	■ 地域企業の創設 ■ 水田地帯での畜産経営

吉田宣夫: III. 地域資源を活用した牛の飼養 1. 稲発酵粗飼料の活用, 畜産技術, 8-12 (2003年8月号)から

# 自給飼料の技術普及を行うにあたって

GAFSA

## 6つのチェックポイント

- 技術の受益者(経営者・地域)は何を求めているか？
- 現状から脱出する畜産政策のイニシアチブを！
- 近未来の目標との関連からいかに指標化するか？
- 現地農家が理解しうるか、展望を持ちうるか？
- 情報をどんな方法でいかに提供するか？
- そのための調査研究はいかに有るべきか？

### ● 自給飼料生産の意義

- 1 地域農業のグランドデザイン
- 2 輸入飼料のリスク(伝染病等)
- 3 遊休農地の積極的活用
- 4 地域食料生産力の向上
- 5 堆肥の利活用
- 6 助成制度の把握と活用

### ● 新技術の収集・組立

- 1 担当者の専門分野を広げる
- 2 新技術情報の積極的収集  
(研修制度、出前研修、情報誌等)
- 3 新技術を使った地域振興
- 4 モデル作りと長期普及計画

### ● 耕畜農家への働きかけ

- 1 耕種農家集団への働きかけ
- 2 畜産団体・個人へ働きかけ
- 3 地域協業組織づくり  
(コントラクター、TMRセンター、協議会)
- 4 組織を超えた仲間づくり  
(普及員・研究員・農政担当・JA職員等)
- 5 耕畜の要求と接点の掘り起し

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## 13 2000年から農水省が稲WCS事業開始

- ・水田を中心とした土地利用型農業活性化対策大綱 1999年
- ・これに基づき「水田農業経営確立対策」の創設 2000～2004
- ・イネWCS生産・利用への助成体系が出される。
- ・稲作農家: 73,000円/10a(経営確立助成50,000円, とも補償23,000円)
- ・畜産農家: 20,000円/10a(給与実証事業: 給与不安とリスク解消)

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示

・黄熟期刈りが可能に

・埼玉事業より手厚い

・利用者への補助  
(お試し料と言われた)

## 14 農水省への意見具申 2000

- ・技術マニュアルの刊行, 農家向けパンフ作成
- ・専用品種の種子確保を要請(はまさり種子)
- ・普及員を対象とした中央畜産研修
- ・普及に向けた拠点形成、仲間づくり  
(埼玉県のほか千葉県・鳥取県など重点訪問)

- e. 社会実験

・農水省飼料課班長へ

・種子協会、食糧庁

・農水省普及課長と相談

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## 16 畜産草地研究所へ異動 2004

- ・農研機構における飼料用イネ研究の調整
- ・飼料イネの普及で全国アウトリーチ
- ・畜産大賞で最優秀賞・大賞を受賞(グループ)
- ・機構内に「飼料イネ研究連絡会」<sup>次頁</sup> 設立
- ・飼料イネで日韓セミナーの開催

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示
- c. 実験室モデル

・研究グループ 31名5研究室

## 17 飼料用米研究が事業採択される 2006

- ・農水省研究事業で初めて「飼料米」が認知
- ・稲育種からブタへの給与までの実用化新技術研究
- ・日中韓で飼料イネ国際シンポを開催 2007

・成果統合型プロジェクト

・モミロマン育成

・アジアモンスーン畜産の考察

## 18 戸別所得補償制度と飼料用米事業 2010

- ・農水大臣, 副大臣と飼料用米シンポ等に臨む
- ・飼料用米を核とした「国産飼料プロ」の開始
- ・限界給与量の拡大, 乳牛用配合飼料の開発

- e. 社会実験
- f. 部分的定着
- g. 波及

・稲WCS 8万円/10a

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## 19 稲WCS研究の総合調整機能 2004

- 水田フル活用に係る研究は, 国・県あげて取り組むべき課題
- 国研の耕畜連携(領域の融合)を作り上げる.
- 稲WCSの速やかな成果普及と研究ニーズ把握の場が必要になっている(稲作県, 畜産県等の区分).
- 関連する研究プロジェクト等間での連絡・調整, 協力が不可欠であり, 推進組織が必要である(Feasible study).

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示

・稲作と畜産の用語統一  
(モノサン作り)  
・現地生産者との懇談  
・情報の共有

### 「飼料イネ研究連絡会」の推進体制

2004年

(推進責任者)  
中央農研関東東海総合研究部長, 畜産草地研究所家畜生産管理部長, 作物研究所稲研究部長  
(幹事)  
畜草研家畜生産管理部上席, 東北農研総研1チーム長, 近中四総研1チーム長, 九沖農研飼料生産研究室長, 中央農研関東東海総研部総研3チーム長, 中央農研北陸総研部総研1チーム長, 作物研多用途稲育種研究室長



・現在は消滅

## 技術移転における情報伝達者の役割

GAFSA

研究者はしばしば技術伝達の場面を理解しないで研究を開始するため失敗するケースがあるが、研究は社会貢献が不可欠であって、その適切なプロセスについて検討する必要がある。

社会実装の考え方

### 【技術情報の考慮すべき視点】

- ユーザーの問題解決能力を改善できるものか?
- 集中力を奮い立たせるものか?
- 技術内容が約束するとおりに高まるものか?
- 言葉でやさしく組み立てられるものか?

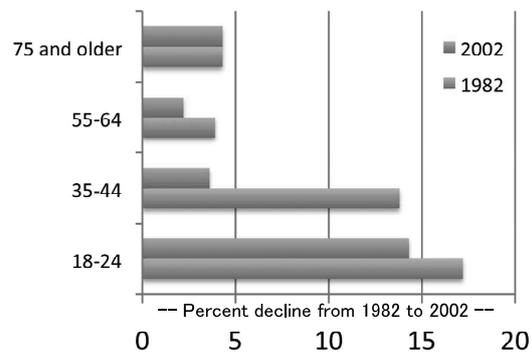


Fig. 1 青壮年は技術誌を読まない

D. J. Undersander (University of Wisconsin) Role of information and information providers in technology transfer. 2005

## 情報発信における姿勢10ポイント

GAFSA

- ① 技術情報移転の鍵は、いかなる社会でも経済的発展に資するものである。
- ② 農業研究者は専門分野に精通するが、最良の情報移転法となると専門技術に欠ける。
- ③ 情報伝達を批判的にする傾向がある。
- ④ ゴールは情報のばらまき一辺倒ではない。
- ⑤ 受け手の注意を喚起し、変化をもたらすこと。
- ⑥ 効果的なプレゼンテーションは受け手の心に働きかけねばならない。
- ⑦ 受け手の社会的・経済的関心に基本を置く。
- ⑧ 受け手の違いや個性をよく知ってから行う。
- ⑨ 受け手に応じて媒体を考慮すべきである。
- ⑩ 情報のばらまきではなく、マーケティングに変化をもたらす効果的なものであるべき。

D.J.Undersander, University of Wisconsin 2005

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## WCS用イネの品種育成のあゆみ

平成12年度	平成13年度	平成17年度	平成20年度	平成23年度	平成25年度	平成28年度
関東飼206号一	クサホナミ	クサホナミ	クサホナミ	クサホナミ	クサホナミ	クサホナミ
中国146号一	ホシアオバ	ホシアオバ	ホシアオバ	ホシアオバ	ホシアオバ	ホシアオバ
中国147号一	クサノホシ	クサノホシ	クサノホシ	クサノホシ	クサノホシ	クサノホシ
はまさり	はまさり	はまさり	はまさり	はまさり	はまさり	はまさり
くさなみ	北陸168号一	夢あおぼ	夢あおぼ	夢あおぼ	夢あおぼ	夢あおぼ
モーれつ	5	5	べこあおぼ	べこあおぼ	べこあおぼ	べこあおぼ
te-tep	モーれつ	クサユタカ	クサユタカ	クサユタカ	クサユタカ	クサユタカ
		ミナミユタカ	ミナミユタカ	ミナミユタカ	ミナミユタカ	ミナミユタカ
		リーフスター	ニシアオバ	ニシアオバ	ニシアオバ	ニシアオバ
		ニシアオバ	リーフスター	リーフスター	リーフスター	リーフスター
		モーれつ	10	きたあおぼ	きたあおぼ	きたあおぼ
		べここのみ	べここのみ	べここのみ	べここのみ	べここのみ
		スプライス	たちすがた	たちすがた	たちすがた	たちすがた
		モミロマン	モミロマン	モミロマン	モミロマン	モミロマン
		モーれつ	14	たちじょうぶ	たちじょうぶ	たちじょうぶ
				みなゆたか	みなゆたか	みなゆたか
				なつあおぼ	なつあおぼ	なつあおぼ
				ゆめさかり	ゆめさかり	ゆめさかり
				まきみずほ	まきみずほ	まきみずほ
				もちたわら	もちたわら	もちたわら
				北陸193号	北陸193号	北陸193号
				モグモグあおぼ	モグモグあおぼ	モグモグあおぼ
				たちすずか	たちすずか	たちすずか
				ルリアオバ	ルリアオバ	ルリアオバ
				タチアオバ	タチアオバ	タチアオバ
				25	うしゆたか	うしゆたか
					べこけんき	べこけんき
					たちはやて	たちはやて
					たちあやか	たちあやか
				29	中国飼219号	中国飼219号
					中国飼220号	中国飼220号
					奥羽飼438号	奥羽飼438号
					32	

■ 兼業型品種  
■ 短穂高糖分品種  
■ 2回刈適応品種  
■ 民間育成品種

◎印系統は現在検討中

- 専用種は5品種から30品種
- 長稈穂重型から短穂高糖分型で多収の品種育成が進む。
- まだまだゴールとは言えない。

つきすずか

2016年品種

飼料稲種子注文は日本  
草地畜産種子協会まで

- 準備段階
- 概念・モデル・技術等の提示
- 実験室デモ
- 単発実験
- 社会実験
- 部分的定着
- 波及

・稲育種グループの熱意

・長稈穂重型の取り扱い

・品種育成での耕畜連携

・たちすずか前夜  
(広島県・新出さん)

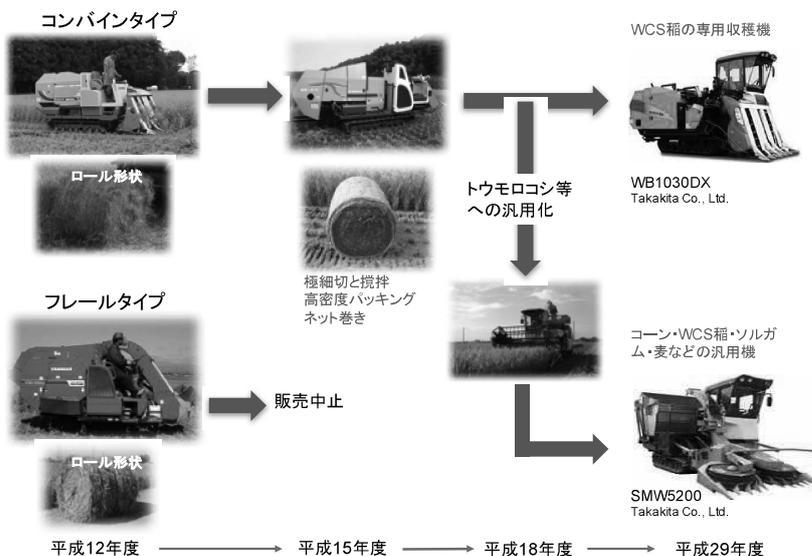
・多収・高品質の実現

稲発酵粗飼料マニュアルH12, H13, H17, H20, H23, H25年度版にH28新情報を加えた。

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## WCS用稲収穫機の開発・販売の歩み 2000-2017



- 準備段階
- 概念・モデル・技術等の提示
- 実験室デモ
- 単発実験
- 社会実験
- 部分的定着
- 波及

・浦川さんの努力

・山名さん、志藤さん

・若手の高橋さん  
・バンカーサイロ対応

・依然、小型機の要望

・機械更新とコントラ収支

・担い手・労力不足

- サイレージ品質向上、高速化に向けた性能改善。
- コントラクター対応の大型汎用機の登場。

# 稲WCS生産・利用技術の全国展開ステップ

GAFSA

## WCS用イネに適した乳酸菌製剤の歩み 2005-2016



畜草1号 (2005~2014)



畜草1号プラス (2015~)

### 高糖分飼料イネ品種向け サイレージ調製用乳酸菌



畜草2号 (2016~)

- 高糖分WCS用稲には「畜草2号」、従来品種には「畜草1号プラス」が適している。
- 「畜草2号」は2次発酵防止に有効であり、ロール開封後の品質保持に適している。

- WCS用イネ品種に対応した乳酸菌製剤の開発。
- 利用拡大に向けた乳酸菌添加の普及活動が必要。

- a. 準備段階
- b. 概念・モデル・技術等の提示
- c. 実験室デモ
- d. 単発実験
- e. 社会実験
- f. 部分的定着
- g. 波及

- ・サイレージリテラシー不足
- ・新世代の登場(遠野さん)
- ・保存性以上の付加価値

## 本日の内容

1. 研究開発と社会実装
2. 稲WCSの地域定着ステップ
3. 稲WCSの全国展開ステップ
4. 稲WCSの到達点と課題
5. まとめ

# 稲WCSの普及・定着3ステージと到達点

GAFSA

## 【普及・定着に向けた目標】

第1ステージ		第2ステージ		第3ステージ	
栽培面積	5,000ha 2006年	栽培面積	30,000ha 2014年	栽培面積	100,000ha
供給量DM	50,000 t	供給量DM	400,000 t	供給量DM	1,500,000 t
生産・利用状況	2006年 一部地域の酪農・肉牛農家による期間限定の利用が進む。	生産・利用状況	2015年 水田飼料作物と組み合わせた通年利用が進み、多様な耕畜連携が確立する。	生産・利用状況	営農組織による安定した生産により持続的な大家畜経営を確立する。
コントラ組織	317 2003年	コントラ組織	717 2016年		
TMRセンター	32 2003年	TMRセンター	137 2016年		

■ 「稲WCSの生産・利用は俺達の努力で成し遂げた！」という力強い農家の言葉

(第11回和牛全共参加の宮城・福島の畜産農家)

# 稲WCSの定着ステージに対応した技術課題(領域)

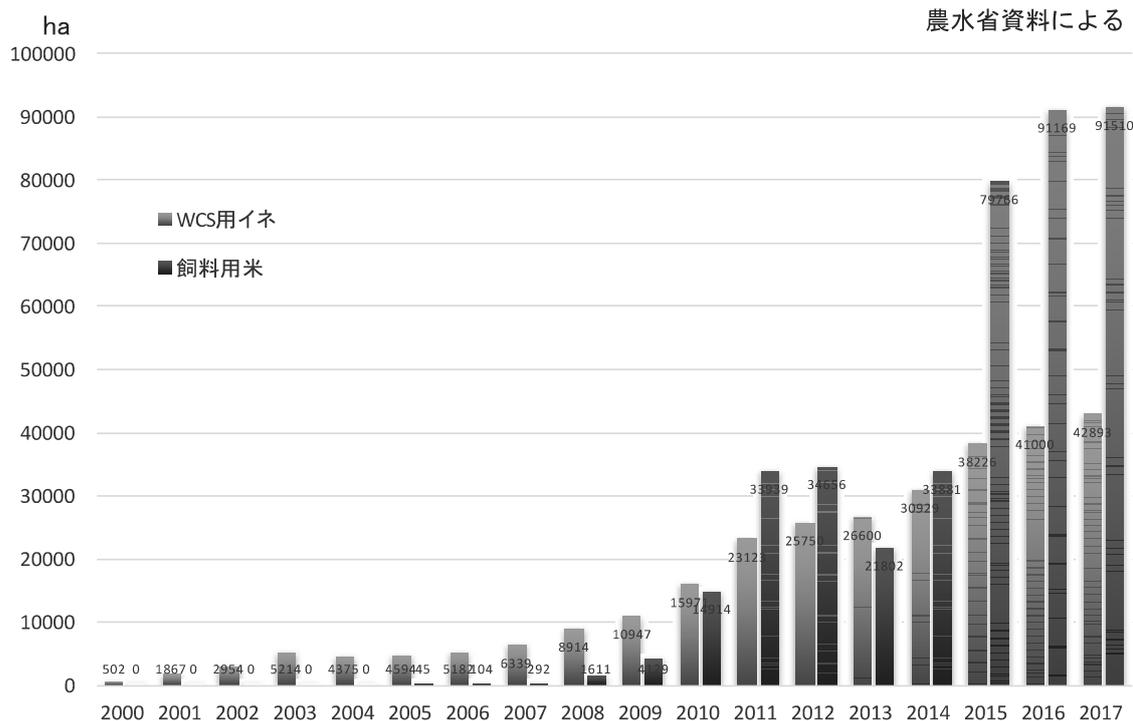
GAFSA

	第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ
品種育成	■ 専用種と一般水稲の活用	■ 地域適性の高い新品種育成	■ 高消化・超多収品種 ■ 多様性品種育成
栽培技術	■ 移植栽培法	■ 乾田・湛水直播の安定化 ■ 農業問題の解決	■ 高度な低コスト栽培技術 ■ 飼料作物との2毛作体系 ■ 環境調和型栽培
収穫技術	■ 牧草収穫機の活用法 ■ 専用収穫機開発	■ 専用収穫機の多様化・大型化 ■ 湿田対応型走行	■ 刎破砕型収穫機の開発
サイレージ	■ 条件制御型の調製法 ■ アルカリ処理サイレージ	■ 専用乳酸菌製剤の開発 ■ 長期安定サイレージ	■ 大型サイロでの安定貯蔵 ■ プロバイオティック飼料
運搬技術	■ 狭域流通技術	■ 品質安定化技術	■ TMR・飼料搬送システム
TMR調製	■ 個別のTMR調製	■ 高密度TMR調製機の開発	■ 水田地帯でのTMRセンター ■ 食品残さ・水田資源の活用
給与技術	■ 分離給与技術 ■ 最大採食量研究	■ TMR給与技術 ■ 併給粗飼料の解明 ■ 繁殖牛・肥育牛の給与技術	■ 高品質飼料イネの給与技術 ■ 機能性・高品質畜産物の生産技術
生産物戦略	■ 機能性の解明	■ ブランド畜産物の創出 ■ 機能強化畜産物	■ 多様なブランド畜産物 ■ 畜産物生産費の削減
コスト低減	■ 生産費50,000円/10a	■ 生産費45,000円/10a	■ 生産費40,000円/10a
生産組織	■ 耕畜農家間の連携 ■ 自己完結生産	■ コントラクター組織	■ 地域企業の創設 ■ 水田地帯での畜産経営

凡例: ■ 普及・定着もしくは克服した課題    ■ 実証中もしくは一部地域で定着    ■ 未検討・未定着

## 近年の飼料用米・WCS用イネ作付面積の推移

GAFSA



飼料用稲の作付面積が134,403haとなる（2017.10.3現在）

## 稲WCSが始まって17年、その到達点と課題

GAFSA

### 到達点

- 品種育成、収穫機開発、調製・給与技術等の社会実装が進んだ。
- 作付面積は588倍\*1現物供給量120万トンとなり、地域で堆肥循環を促進し、資源循環型の耕畜連携を推進してきた。
- 酪農・繁殖牛経営の改善につながり、不可欠な粗飼料の1つに成長している。
- 生産・利用は府県のコントラクター組織化を促進し、TMRセンターの基幹的粗飼料の1つになりつつある。

### 残された課題

- 生産現場の視点から、技術、営農、経営の詳細な検証が必要である。
- 乾物収量が1t/10aを大きく下回る事例が散見される。
- 広域流通、需給調整が不十分であり、地域によっては農家への供給で過剰と不足が生まれている。
- 稲WCS給与の指導不足から、繁殖牛等への単味給与事例が散見される。
- 稲WCSの登場により減少した飼料作物に目を向ける必要がある。

※1：H11とH29の対比

## まとめ

GAFSA

- 自給飼料研究のゴールは‘社会実装’にある.
- 普及・行政・研究の強いネットワークが不可欠
- 自給飼料の生産拡大を必ず経営改善につなげる.
- 人口減少、少子高齢化を関連づけた研究準備を
- 普及・定着後の動向から目を離さない.
- 10～20年後を見通し、着眼大局、着手小局で進める.

ご清聴いただきありがとうございました。

# 研究・技術・事例紹介

アルファルファ新品種「ウシモスキー」の特性と普及に向けた取り組み  
農研機構 北海道農業研究センター 奥村健治

トウモロコシ官民共同育成品種「PI2008(スノーデントおとは)」の育成と普及について  
雪印種苗(株) 立花 正

公的育成飼料作物品種の普及について  
日本草地畜産種子協会 小林正勝

試験研究機関の開発技術の現地実証－普及・実需者の立場から－  
熊本県酪農業協同組合連合会 増田 靖

飼料用サトウキビに関する技術開発と普及  
農研機構 九州沖縄農業研究センター 服部育男

飼料生産用機械の開発から普及まで  
－細断型ロールベアラ、汎用型飼料収穫機の場合－  
農研機構 農業技術革新工学研究センター 志藤博克

乾田直播栽培（イネ）とトウモロコシ栽培・子実生産  
農研機構 東北農業研究センター 篠遠善哉

イヤーコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第2版について  
農研機構 北海道農業研究センター 青木康浩

日本飼養標準（乳牛）改訂について  
農研機構 畜産研究部門 永西 修



# アルファルファ新品種「ウシモスキー」の特性と普及に向けた取り組み

農研機構 北海道農業研究センター

企画部産学連携室 奥村健治

## 1. はじめに

飼料自給率の向上が求められるなか、北海道では TDN 供給源についてはトウモロコシの作付面積は 2005 年の約 35,000ha が 2015 年には 50,000ha を超え、増加傾向にあります（図 1）。また、イアコーンなどの子実利用に向けた研究・普及も進んでいます。一方、粗タンパク質供給源については自給飼料として決定的なものはありません。その中で、マメ科牧草のアルファルファは高栄養のマメ科飼料として重要であり、乾草やキューブの形で毎年約 30 万トンが輸入されています。しかし、自給飼料としての栽培は必ずしも容易なものではなく、品種と栽培技術の両面から改良を進め、アルファルファの栽培面積を拡大することが求められています。

わが国におけるアルファルファの栽培面積は、1980 年頃は北海道を中心に約 6,000 ヘクタールで、2000 年頃までは 8,000～12,000 ヘクタール程度で推移しました。しかし、近年の飼料価格の高騰、牧草地の強害雑草「ギシギシ」に使用する除草剤に対する薬害がアカクローバに比べて軽微であること、越冬性の高い品種の登場などを背景に栽培面積が飛躍的に伸びています（図 1）。2011 年～2015 年度におけるアルファルファの年平均の種子需要量は約 37 トンで、クローバ類に比べて大幅に播種量が増えています。これを、単純に全部混播に使用したと仮定し、播種量 10 アール 0.5 kg で換算すれば年間 7,400 ヘクタールの増加になり、現在のアルファルファ栽培面積は 5 万ヘクタールに達していると予想され、さらに増加すると考えられています。

アルファルファの安定栽培をはかるためには、作りやすい品種を開発しなければなりません。今回紹介する新品種の「ウシモスキー」は、多収で、アルファルファの永続性（越冬性）への影響が大きいそばかす病の罹病が明らかに少なく、倒伏程度も現在の普及品種の「ハルワカバ」（以下の調査では標準品種として使用）より 1 ランク程度改善されています。そこで、「ウシモスキー」は寒地および寒冷地におけるアルファルファの安定栽培に寄与し、酪農経営の安定化に貢献できるものと考えています。

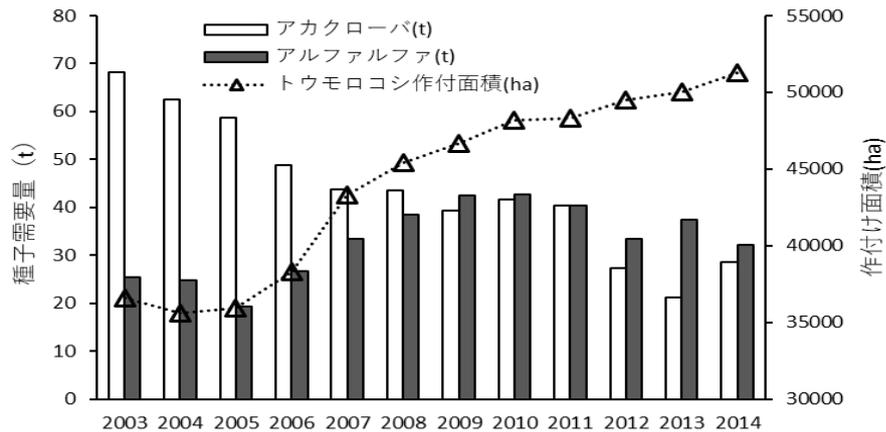


図1 北海道におけるトウモロコシ作付面積と主要マメ科牧草の種子需要量の年次変化（農水省作物統計および北海道畜産振興課調査）

## 2. 新品種「ウシモスキー」の特徴

1) 収量性の改善：播種翌年から3ヶ年の年平均収量は、「ハルワカバ」と比べて高く、北海道平均で108%の多収です（図2、表1）。年3回刈りの場所で、番草別に比較すると、「ハルワカバ」対比で1番草は102%、2番草は112%、3番草が115%となり2, 3番草が明らかに多収になりました（表1）。このように夏から秋にかけての再生が良いことがウシモスキーの特徴といえます。

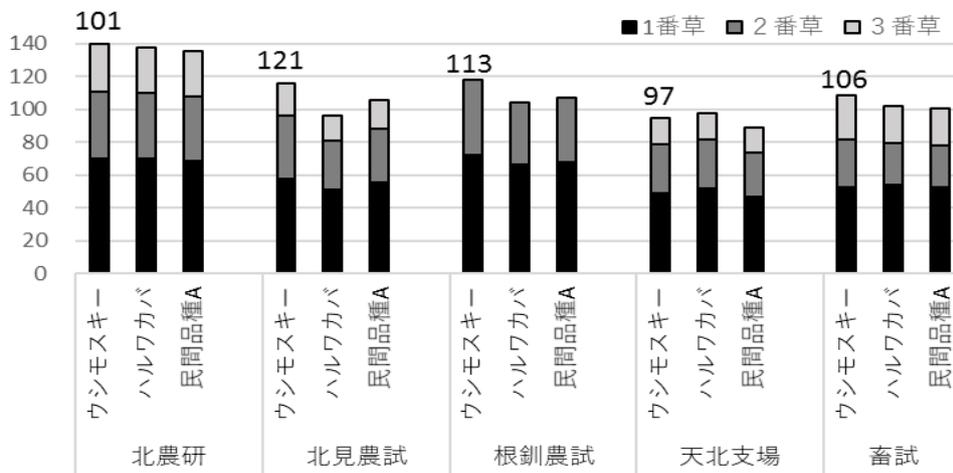


図2 「ウシモスキー」の乾物収量（年間 kg/a、2年目から4年目の平均値、「ウシモスキー」の棒上の数値は標準品種「ハルワカバ」比%）

表1 「ウシモスキー」の乾物収量における番草毎の標準品種比(%)

	北農研	北見農試	根釧農試	天北支場	畜試	5試験地平均
1番草	100	112	109	94	97	<b>102</b>
2番草	102	132	121	100	112	<b>113</b>
3番草	103	131	-	103	121	<b>115</b>
年間合計	101	121	113	97	106	<b>108</b>

標準品種は「ハルワカバ」、2年目から4年目の3年間平均

2) 倒伏性の改善：収穫時に倒伏すると、たとえ刈り取量が多くても、実収量（収穫量）は低くなります。また、倒伏した牧草の収穫量を増やすためには、収穫機が走る方向を工夫するなど手間がかかります。このため、倒伏性の改善は、収穫量にも影響する要因です。倒伏程度は「ハルワカバ」より1ポイント小さくなり、改善されました。

3) 耐病性の向上：「ウシモスキー」のそばかす病の罹病程度は「ハルワカバ」より全試験地で顕著に小さくなりました（図3）。そばかす病は、秋季に発症が多く見られ、「ハルワカバ」では葉が黄色くなり、生育が悪化し、飼料価値も下がります。この病気に強いことは、3番草の収量確保や越冬性強化に有利となります。

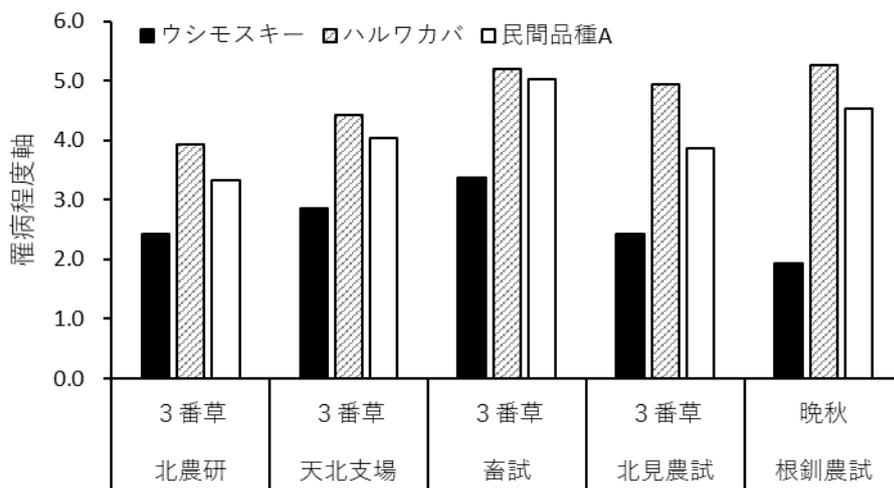


図3 「ウシモスキー」のそばかす病罹病程度（目視評点、1：僅～9：甚、2年目から4年目の平均値、）

### 3. チモシーとの混播時のアルファルファ播種量の検討と現地実証

北海道ではアルファルファは混播利用されることが多く、混播相手がチモシーの場合は刈取り後の再生が遅いことからアルファルファが優占することがあります（図4）。さらに、「ウシモスキー」の競合力は「ハルワカバ」よりも強いので、混播の際には優占が顕著になることが予想されました。そこで、チモシーとの混播の際には「ウシモスキー」の播種量をこれまでの0.5kg/10aから0.3kg/10aに下げることで、「ハルワカバ」と

同等の優占度に抑えられるかを検討しました。試験地は夏季高温・冬季多雪地帯の道央地域（北農研）、夏季高温・冬季土壤凍結地帯の網走内陸部地域（北見農試）と夏季寡照湿潤・冬季強土壤凍結地帯の根釧地域（根釧農試）の3カ所、加えて現地実証地として根釧地域の別海町の生産者の草地で実施しました（現地実証試験はホクレン農業協同組合連合会が実施）。

3試験地の結果は、「ウシモスキー」の播種量を0.3kg/10a区が「ハルワカバ」の0.5kg/10aと同等のマメ科割合を保つことができます（図5）。乾物収量も差がないことから、播種量を減らすことができ、種子購入コストの削減にもなります。

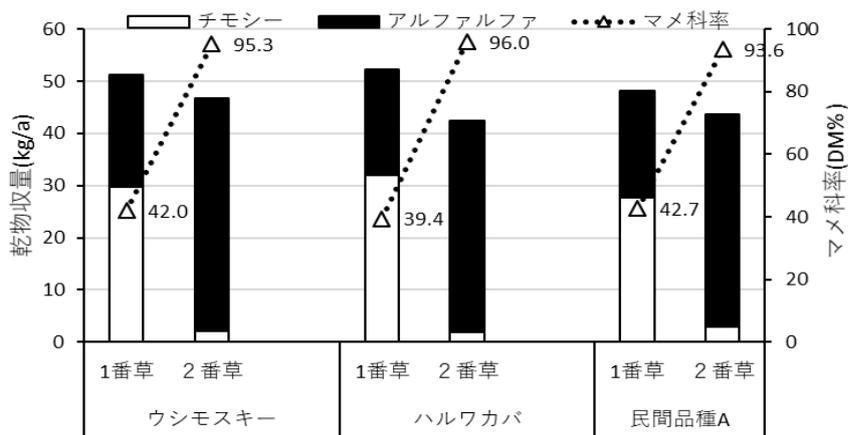


図4 「ウシモスキー」の播種翌年の乾物収量とマメ科率  
(根釧農業試験場成績)

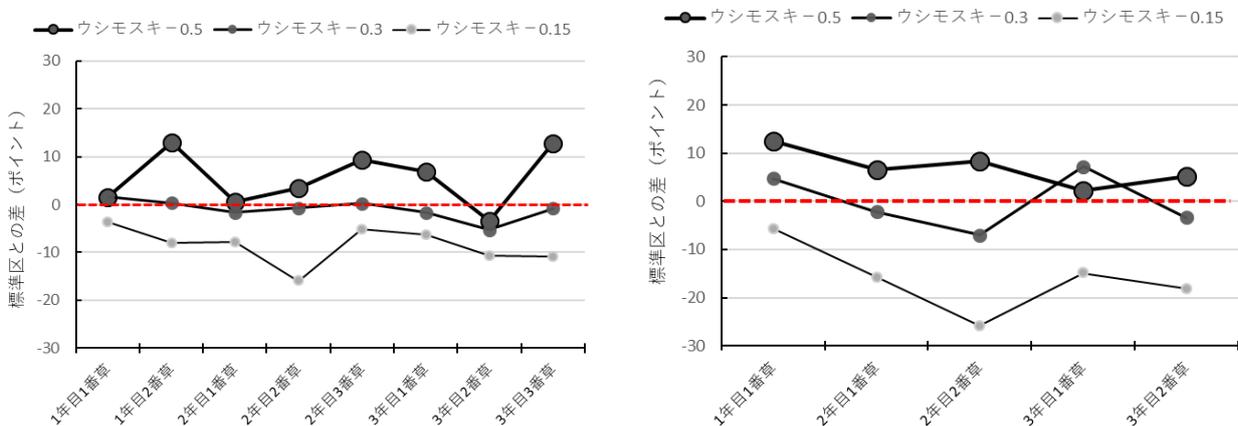


図5 チモシーと混播時の「ウシモスキー」の播種量がマメ科率に及ぼす影響

標準品種「ハルワカバ」0.3kg/10aのマメ科率との差、左：ホクレン（訓子府町）、右：根釧農試（中標津町）、凡例のウシモスキーの左数値は播種量 kg/10a

現地実証地においても、試験地 A では播種量「ハルワカバ」0.30kg/10a区（標準区）を「ウシモスキー」の0.34kg/10a区および0.26kg/10a区と冠部被度を3年目まで比較しましたが、0.34kg/10a区では標準区より高く、0.26kg/10a区で同等となりました。試験地 B

でも「ウシモスキー」の0.30kg/10aおよび0.25kg/10aの両播種量区ともに十分なアルファアルファの被度を確保できました。

「ウシモスキー」は平成29年8月7日に品種登録されました。また、北海道の優良品種にも認定されています。今後は、「ハルワカバ」等の公的育成品種に置き換えて6,500ha程度の栽培を見込んでいます。種子はホクレン農業協同組合連合会から平成29年秋から販売される予定です。

#### 4. 参考

##### 1) 農研機構普及成果情報

「多収でそばかす病に強く、耐倒伏性に優れるアルファアルファ品種「ウシモスキー」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th\\_laboratory/harc/2016/16\\_027.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/harc/2016/16_027.html)

##### 2) 農研機構研究成果情報

「アルファアルファ品種「ウシモスキー」のチモシー混播時における適正播種量」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th\\_laboratory/harc/2016/harc16\\_s08.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/harc/2016/harc16_s08.html)

3) 「ウシモスキー」の品種育成については農食事業「多様な地域の飼料生産基盤を最大限活用できる飼料」（平成23～25年度）、チモシーとの混播時のアルファアルファ播種量試験については農水省委託プロジェクト「国産飼料の安定生産と魅力向上のための技術開発」（平成27～28年度）で実施した成果が含まれます。

平成29年度自給飼料利用研究会

## 「トウモロコシ官民共同育成品種 ‘PI2008(スノーデントおとは)’ の育成と普及について」

雪印種苗株式会社  
牧草飼料作物研究グループリーダー  
千葉研究農場 立花 正  
(Tadashi.Tachibana@snowseed.co.jp)



雪印種苗株式会社

## 本日の話題

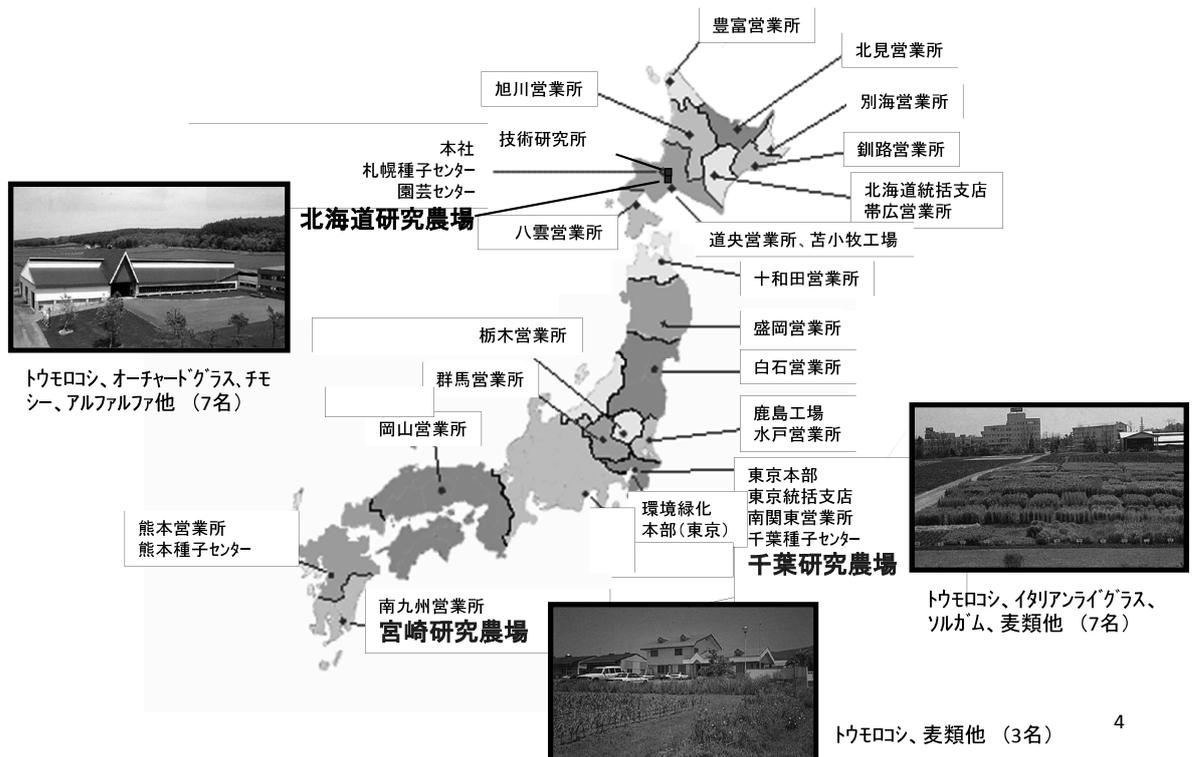
- **飼料作物育種の現状**
  - 公的機関の牧草飼料作物の育成場所
  - 雪印種苗の研究開発
- **共同育種の効果**
  - 雑種強勢への期待
  - 得意分野を活かした選抜
  - 採種性の確認
  - 育成から普及への展開のスピード
  - 複数人の“目”で選抜
- **共同育種事例：飼料用トウモロコシ「PI2008」の育成**
  - 育成の経過
  - 品種特性
- **共同育種の課題**

# 飼料作物育種の現状

= 公的機関の育成場所 =



# 雪印種苗(株)の研究体制



## 品種に求められる特性

### ○一般形質の改良

収量性、不良環境耐性(耐湿性、耐倒伏性、耐病性)、再生 等

### ○飼料成分の改良

消化性の改善(ソルガムのBMR等)、高糖分含量、低硝酸・カリウム 等



民間と公的機関の品種育成に関する目的に大きな差異はない！



自給飼料増産が叫ばれている中、品種に頼る部分は大きい！  
※栽培利用技術の充実も同様に大事！

急ぐべきテーマは共同育種でスピードアップ

## 共同育種に期待される効果

- 雑種強勢への期待
- 得意分野を活かした選抜
- 採種性の確認
- 育成から普及への展開のスピード
- 複数人の“ブリーダーの目”で選抜

## 得意分野を活かした選抜

### • 公的機関

育種の他に病害虫、病理、線虫等の専門の研究室がある！

☞ 育種の観点から・・・評価・選抜が可能

### • 民間企業(雪印種苗では・・・)

育種部隊はいるが、病害虫、病理分野の専門部隊は手薄

☞ ただし・・・利用現場に近い試験・試作の展開が可能

## 採種性の確認

### • 公的機関

育成された系統から採種を開始

☞ 育種の観点から・・・育成途中での大規模採種(現地)の評価は難しい

### • 民間企業(雪印種苗では・・・)

育成中から採種に関する特性を評価する！

☞ 採種性は選抜指標の重要な形質の一つ！  
種苗を販売する上での生命線？(CML)

## 育成から普及への展開のスピード

### • 公的機関

自らの普及・展開は難しい

☞ 普及後のケアが難しい

### • 民間企業(雪印種苗では……)

販売前の系統ができた時点から生産・販売部門との調整が開始される

☞ 育成→生産→普及・販売→ケア、が一つの流れで進められる。

## 共同育種事例：

### 飼料用トウモロコシ「PI2008」の育成

#### — 育成の経過 —

- 西日本地域における遅播き・二期作用品種として、耐倒伏性や乾物収量性、南方さび病耐性に優れる品種の育成を目的に、九州沖縄農業研究センター(都城拠点)と共同育種を行った。
- 九州沖縄農業研究センター(都城拠点)が育成した系統を種子親とし、雪印種苗が保有していた系統を花粉親とした単交雑一代雑種である。

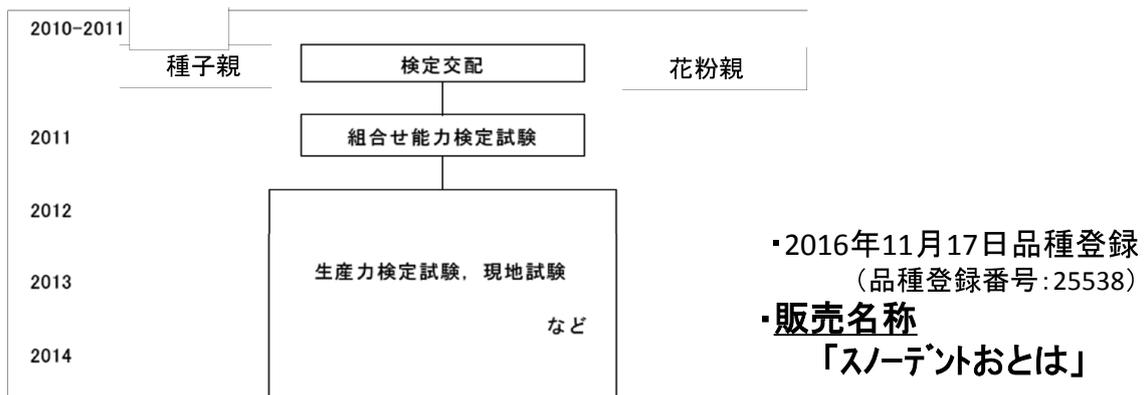


図1 「PI2008」の育成経過

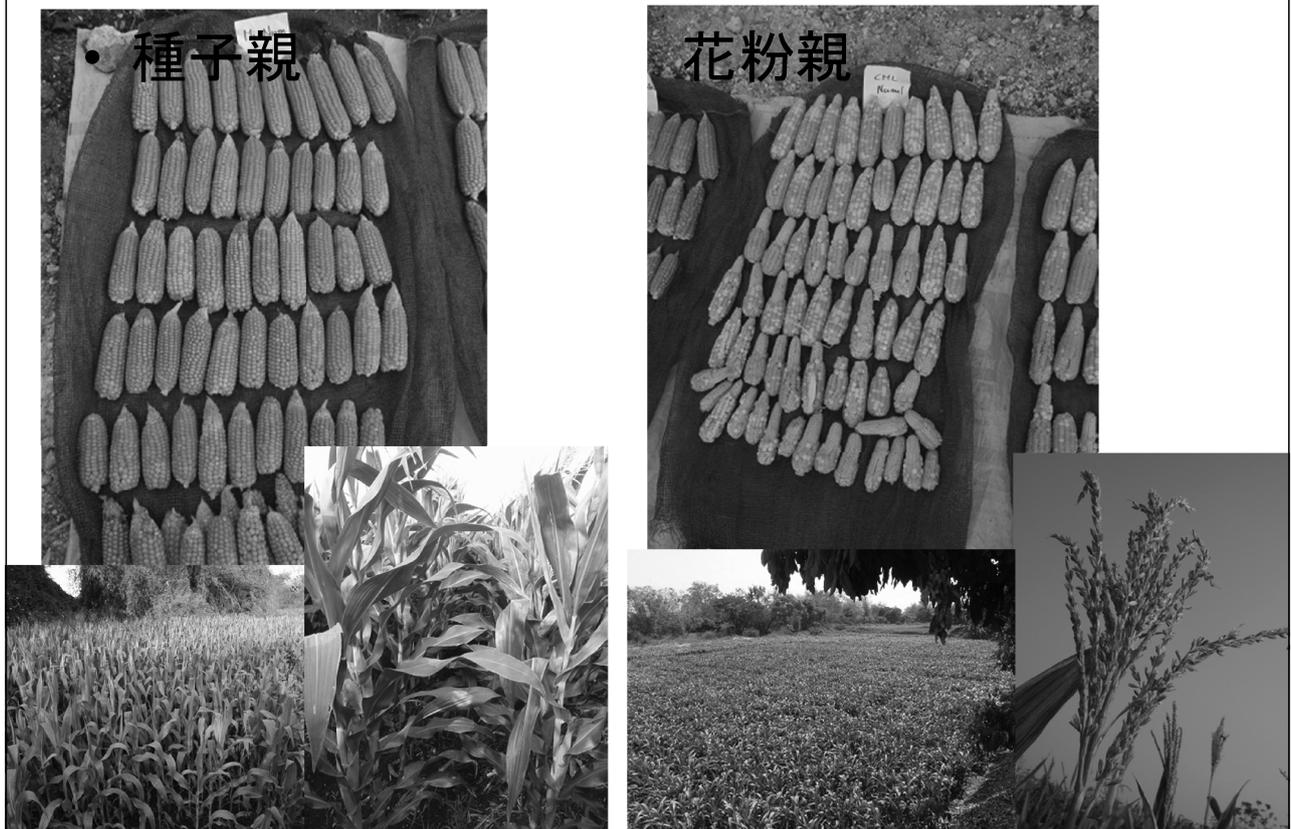
## 共同研究での役割分担

### 九州沖縄農研センターと雪印種苗の育成の関する分担

- 親系統はお互いが出し合う
- 海外での適応性と組合せの採種は雪印種苗が実施。
- F1の試験は両者ともに行う。お互いが試験圃場を調査し、成績も交換しつつ選抜を行う。
- 選抜された品種の海外採種試験を雪印種苗が行う。
- 育成品種の品種登録試験、成績のまとめおよび出願を九沖農研が行う。
- 種子の生産、普及・販売等は雪印種苗が行う。

	育成に関する材料	組み合わせの採種(海外)	F1の評価	海外採種試験	品種登録成績の纏め	普及販売
九沖農研	○		○		○	
雪印種苗	○	○	○	○		○
	雑種強勢	育成中採種性の確認		育成系統の採種性のチェック		

## 採種性の確認(親系統の採種性)



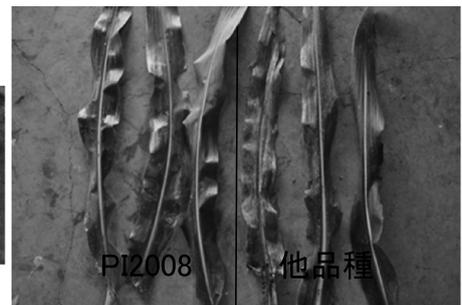
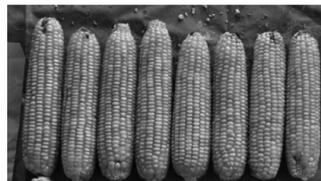
# 「PI2008」の生産圃場



# 「PI2008」の特性

「南方さび病に抵抗性で、耐倒伏性に極めて優れる多収品種。  
乾物率も高い。」

1. 草姿と雌穂(ハイカラー)の特徴
2. 南方さび病に極強
3. 耐倒伏性に優れる
4. 高い収量性
5. 夏播き栽培における水分含量



PI2008の南方さび病抵抗性

夏播き用品種の中で比較すると、雌穂の乾物率が高く  
総体乾物率も高い傾向にある。

表4 夏播き用品種における早晩性

品種名	各社 設定 RM	絹糸 抽出期 (月日)	茎葉 乾物率 (%)	雌穂 乾物率 (%)	総体 乾物率 (%)
PI2008	127	9/20	22.8	52.2	31.1
スノードロウ夏皇	-	9/24	25.5	47.6	30.9
他品種A	135	9/20	24.6	50.7	32.6
スノードロウ夏空W	-	9/22	22.0	47.4	28.9
他品種B	135	9/22	22.5	48.1	28.8
他品種C	125	9/21	18.6	48.7	26.8

水分  
少ない  
↑  
↓  
水分  
多い

PI2008

他品種



PI2008の耐倒伏性(宮崎研究農場)

2015年宮崎研究農場(7月24日播種)、都城現地試験地(7月31日播種)の平均値

## 「PI2008」の普及

- 耐病性の評価
- 耐倒伏性の評価
- 播種が遅れても他品種より水分が落ちやすい



## 共同育種の課題

＝海外採種試験の実施＝

- ・利用許諾契約や海外での種子生産に係る契約の簡便化

＝契約の複雑さ＝

- ・共同開発を実施する際の契約手続き等の整備

＝契約までに至る“予備試験”の仕方＝

- ・育種には時間が必要。ただし、組織的(双方)には早期の結果を求められる。

＝海外販売に向けて＝

- ・今後は海外への展開も視野に入れた展開も必要

# ご清聴ありがとうございました

「えさじまん」



「7-11-19」



「タチユウカ」



飼料用トウモロシ 「PI2008」

# 「公的育成飼料作物品種の 普及について」

一般社団法人 日本草地畜産種子協会 小林正勝

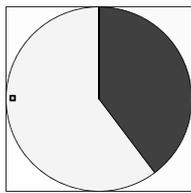
## 結論(小林の考え方)

種子として採種され  
種子として使用されなければ 種子にあらず  
種子は売れて商品になり 価値がでる  
種子は売れないとゴミ(産業廃棄物)になる  
種子は保管と廃棄に金がかかる  
種子は売れて社会に貢献する  
「品種登録」と「売れる」「売る」は「別」

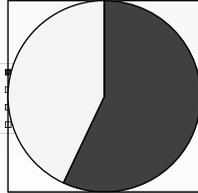
「国」や「県」の「育成品種」だから  
農家さんが使う、売れると思っていますか？

なぜだろ～～、 赤色は公的品種

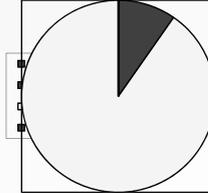
チモシー



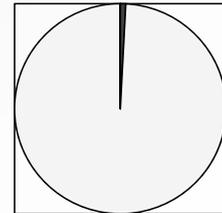
ペレニアル



イタリアン



えん麦



農家さんが「要望」する特性は  
農家さんに「聞け」  
それを「アピール」せねば売れない

・「103点」「105点」よりも  
「95点」でもよい、品種の特性に魅力が必要。

・農家さんは並の特性に若干プラスは望んでいない……のでは。

# 「栽培現場から支持」されれば 「普及」の可能性はある

## ・「育成品種の紹介」

「見せる」「見れば」「触れば」「聞けば」「心を動かす」

「現地実証展示ほ」は その誘導

「関係者に周知させ・普及品種に・取扱品種に」

## 平成26～29年の現地実施展示ほ設置

・えん麦 「たちあかね」:64ヶ所

・イタリアンライグラス 「きららワセ」:126ヶ所

「はやまき18」:118ヶ所

・ソルガム 「華青葉」:46ヶ所

「九州交3号」:37ヶ所



**「ちょっと・一服」**

11万トン~12万トン/1800トン ⇒ 1.5%



**「試験栽培・展示ほ栽培の実施」**

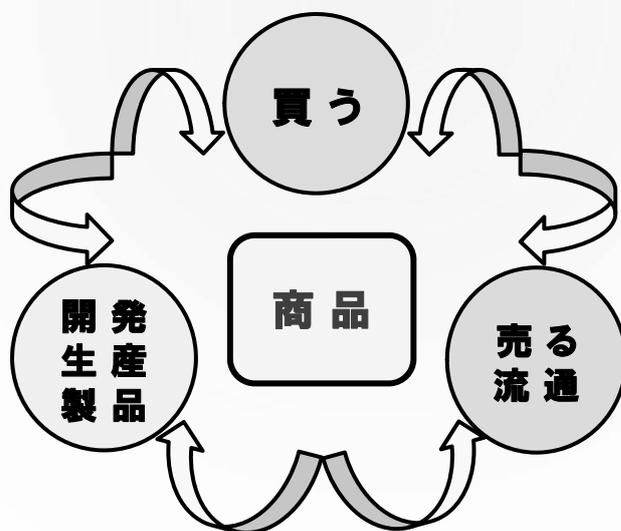
**「取扱品種」⇒「種子の供給責任」**

**「採種性」「販売見込量」「採種地」「採種量」**

**「種子流通」「在庫量」「改廃・中止」「廃棄処分」**

**種苗会社はこのすべてを管理して種苗会社**

「三方よし」を実践して ⇒ 「商品」になる



お礼



このような機会をいただいたことに感謝申し上げます。

# 試験研究機関の開発技術の現地実証 ー普及・実需者の立場からー

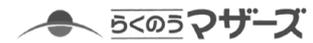
熊本県酪農業協同組合連合会  
生産本部 指導部 営農指導課  
増田 靖

平成29年度自給飼料利用研究会

## 熊本県内の主な作付け体系

- トウモロコシ二期作
- トウモロコシ＋イタリアンライグラス
- ソルガム等夏牧草＋イタリアンライグラス
- イネ(飼料用含む)＋イタリアンライグラス
- 永年牧草

## 自給飼料生産安定への取り組み



### ■飼料作物栽培技術等の普及推進

- ・土づくり 土壌採取～(土壌分析)～データ説明～施肥設計
- ・草づくり 栽培～収穫調製(品種選定、雑草処理、刈取時期等)

### ■展示圃場の設置

- ・常設展示圃3カ所(草種:飼料用トウモロコシ、牧草類)
- ・現地実証圃4カ所(草種:イタリアンライグラス)

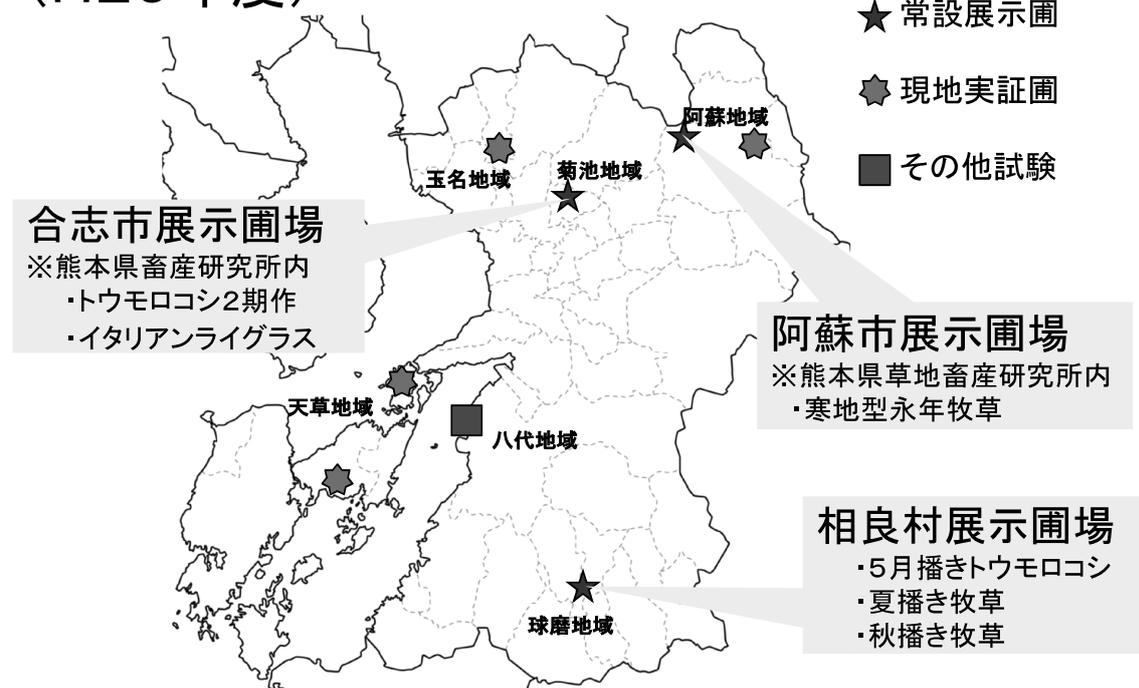
### ■自給飼料に係る研修会の開催

- ・展示圃場を活用した現地検討会
- ・室内研修会

### ■自給飼料に関する試験

- ・研究機関との連携等

## 展示圃場等の設置状況 (H29年度)



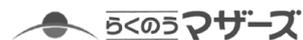
## 優良品種の普及推進



### ■平成29年度常設展示圃場の内容

- ・合志市(菊池地域)ー協力:熊本県畜産研究所  
春播きトウモロコシ 26品種 夏播きトウモロコシ 13品種  
イタリアンライグラス 32品種
  - ・相良村(球磨地域)ー協力:熊本県球磨地域振興局  
5月播きトウモロコシ 18品種 夏牧草 30品種  
イタリアンライグラス 33品種 エンバク他 20品種
  - ・阿蘇市(阿蘇地域)ー協力:熊本県草地畜産研究所  
寒地型永年牧草 4品種
- 

## 優良品種の普及推進



### ■平成29年度現地実証展示圃場の内容

- ・阿蘇市(阿蘇地域)ー協力:東北農研、九州沖縄農研  
イタリアンライグラス 2品種
  - ・和水町(玉名地域)ー協力:玉名酪農業協同組合青年部  
イタリアンライグラス 3品種
  - ・上天草市(天草地域)ー協力:熊本県畜産研究所、天草地域振興局  
イタリアンライグラス 3品種
  - ・天草市(天草地域)ー協力:熊本県畜産研究所、天草地域振興局  
イタリアンライグラス 4品種
-

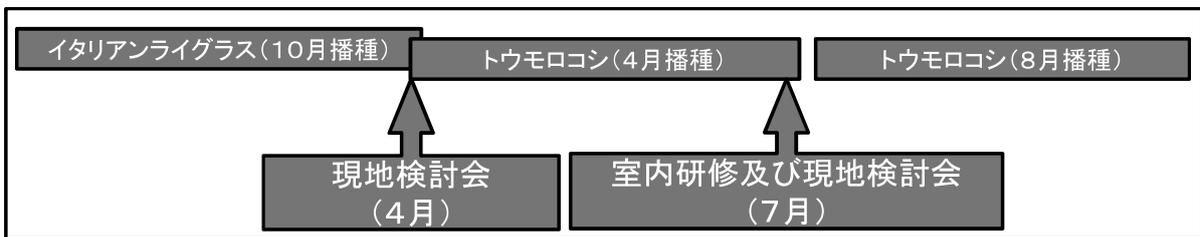
# 合志市展示圃場(県畜産研究所圃場)



平成29年4月14日



平成29年7月18日



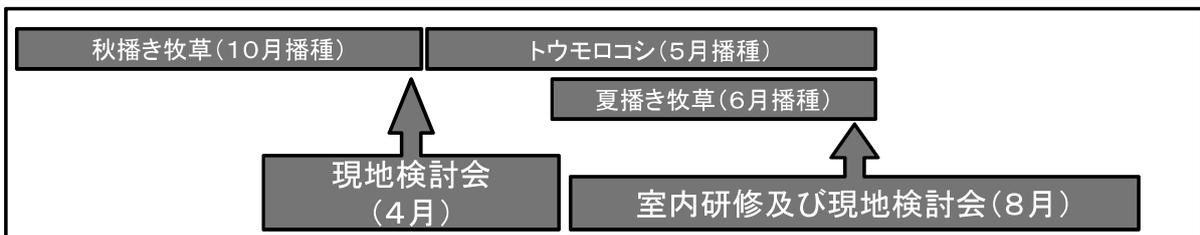
# 相良村展示圃場



平成29年4月18日

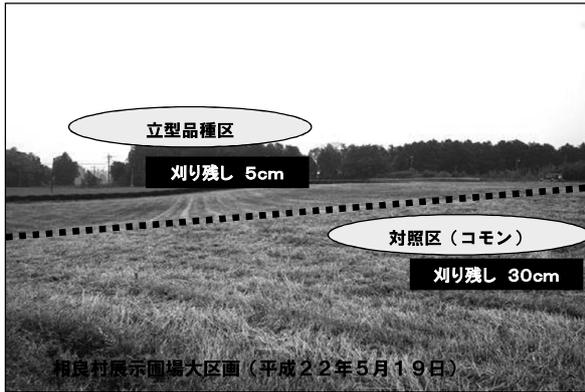


平成29年8月24日



# 立型品種とコモンの比較

- 倒伏した場合の問題点
  - ・倒伏による品質の悪化
  - ・作業効率の悪化
  - ・収穫時の刈取りロス



# イタリアンライグラス(コモン)



相良村展示圃場(熊本県球磨郡相良村)

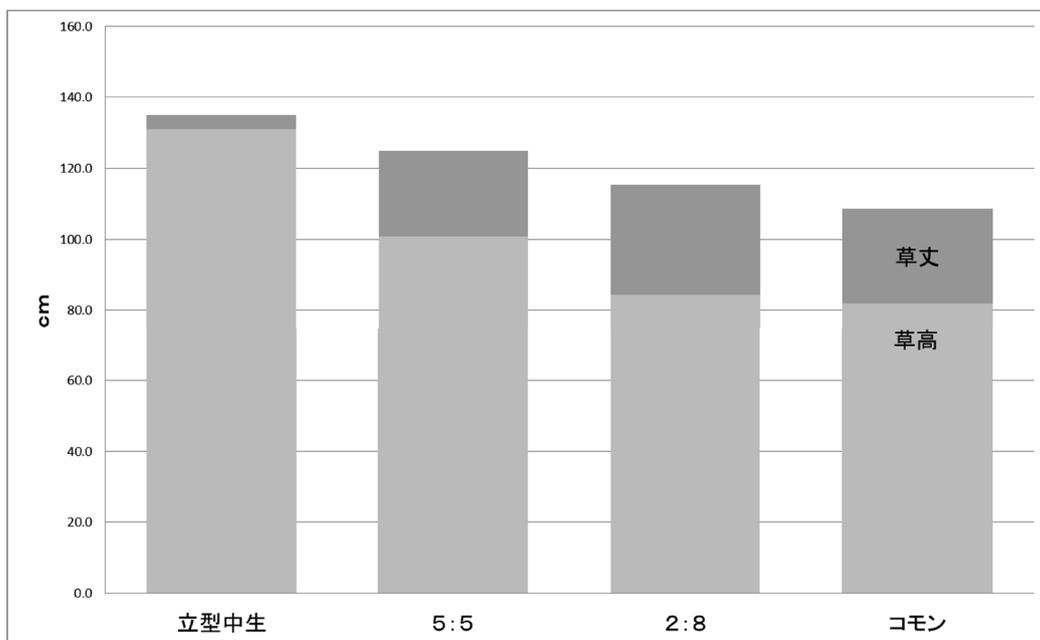
# 品種比較以外の展示例

## ■ブレンドしたイタリアンライグラスの生育試験



場所:合志市展示圃場(熊本県畜産研究所)

# ブレンド種子の草丈と草高



※合志市展示圃場(熊本県畜産研究所)調査データ

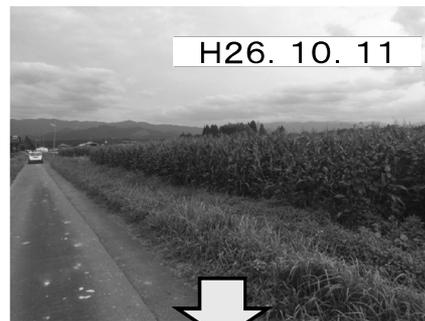
## 現地実証圃(年内刈りエンバク)



設置場所: 谷津市  
平成23年11月21日

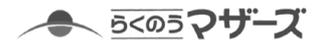
## 現地の圃場で起きる現象

### ■ 台風による倒伏への影響(台風通過翌日の状況)



場所: 熊本県球磨郡相良村

## 試験研究機関との取り組み



### ■農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業

・「暖地での周年ガラス体系向きソルガムおよびイタリアンライグラスの耐病性品種の育成」

・研究代表機関：農研機構 九州沖縄農業研究センター

### ■革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)

・「飼料用米作付面積の拡大と飼料用米サイレージを活用したTMR調製技術の確立」

・代表研究機関：熊本県農業研究センター畜産研究所

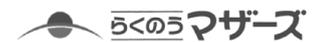
### ■委託試験研究

・「平成29年度クワトロ-TK5の現地実証試験」

・研究協定先：農研機構 東北農業研究センター

---

## 研究及び現地実証における課題



### ■現場の状況把握

・どこで活かせる研究成果なのか

・現在の作付けや作業体系(気候、地域性など考慮)

・現場での問題点や要望

### ■研究内容の現場への理解

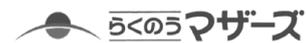
・計画通りに現地実証が出来ない場合がある  
(現場の都合や天候など)

### ■経済性や効率性の事前予測

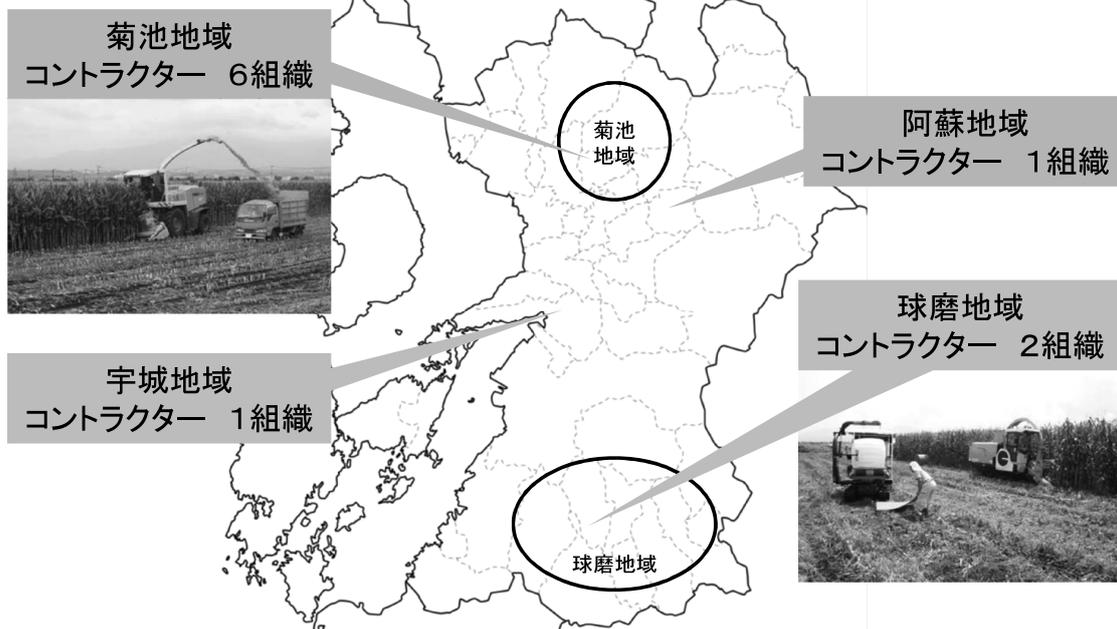
・現場の考え方との乖離

---

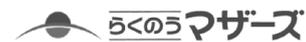
## 熊本県内の収穫作業組織(体系)



### ■酪農に関係するコントラクターの状況



## 研究開発技術の普及に向けて



### ■技術等普及に向けて必要なこと

- ・見える情報として提供する
- ・可能な限り現場では成功事例を作る
- ・研究成果に関するものだけでなく、基本的な技術も提供する
- ・作業効率はもとより、経済性に関する情報も提供する
- ・地域性等を考慮した情報提供
- ・普及推進を図る人員の確保

## 飼料用サトウキビに関する技術開発と普及

国立研究開発法人  
農研機構九州沖縄農業研究センター  
畜産草地研究領域  
飼料生産グループ長 服部育男

### 1. はじめに

南西諸島は製糖用サトウキビとともに畜産業とくに肉用牛子牛生産が農業生産の多くを占めている。南西諸島における主要な粗飼料生産は台風などの気象条件からローズグラスなどの牧草生産が主体である。また、製糖用サトウキビの梢頭部も冬場の貴重な粗飼料源である。平成5年から18年までの統計データからみた南西諸島の肉用牛生産は頭数では鹿児島県島嶼部で約23000頭から約35000頭へ、沖縄県では約60000頭から約76000頭へと増加している。一方で、耕地面積に限られる島嶼部では頭数増加に伴う飼料作付け面積の増加は容易ではない。また、台風や干ばつなど、気象条件が厳しくトウモロコシ、ソルガムのような長大型飼料作物はほとんど利用できない。購入粗飼料依存での規模拡大は九州本土では可能であるが、輸送費により乾草価格が本土比の1.5倍となる島嶼部では限界があり、規模拡大を志向する若手農家にとって大きな問題となっている。また、現状においても粗飼料確保に困難をきたしている経営も少なくない。この状況を打開するためには、牧草類より多収でかつ、台風や干ばつに強い飼料作物が必要である。平成18年に農研機構九州沖縄農業研究センターで育成された日本初の飼料用サトウキビ品種「KRFo93-1」さらに奄美・沖縄向けに育成された「しまのうしえ」(図1)は南西諸島の基幹牧草であるローズグラスの約2倍の乾物生産量があり、10年以上の再生利用が可能であることから、耕地面積、労働力の少ない島嶼部の畜産に有望な飼料作物として南西諸島を中心に九州本土まで普及が始まっている。技術開発と普及に当たっては開発当初から普及関係者の意見を取り込みつつ、目標の設定や修正を行ってきた。本稿では飼料用サトウキビの技術開発と普及の経緯について紹介する。



図1 育成した品種

### 2. 飼料用サトウキビ研究会の開催

九州農研では飼料用サトウキビ研究会を1990年から主催している。この研究会の目的

は育種、栽培、調製、給与等の技術開発の進捗状況について最新情報を提供し、産学官各界が相互に情報を共有・理解し、各界の協力による飼料用サトウキビの普及・定着に資することである。九沖農研が主催する研究会は九州各県の試験研究機関からの参加がほとんどであるが、飼料用サトウキビは①専門に研究する部署がない、②普及対象地域が南九州－南西諸島に限られていることから、九沖農研を除く参加者は鹿児島県、沖縄県、宮崎県の普及・行政関係者が主体である。また、民間は畜産関係だけでなく、製糖関係も参加している(図2)。活動初期は各地域の普及機関が実施する試験栽培・給与事例の報告が中心であり、試験栽培で挙げられた問題点から課題を抽出し、翌年の試験に反映するといった内容であった。

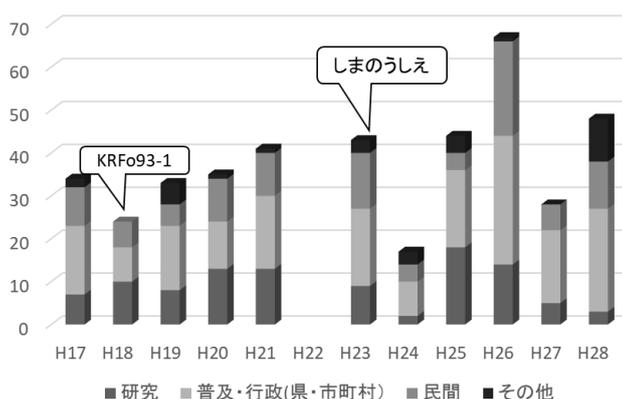


図2 研究会参加人数 (九沖農研を除く)

注：H22 は口蹄疫のため中止

研究会で挙げられた問題点としては、栽培技術では栽培マニュアルの必要性、収穫・調製技術では収穫・調製はコーンハーベスタ・サイロによるトウモロコシ収穫体系が適応できるが、南西諸島では台風のため、長大作物はほとんど栽培されていないので、収穫機が現地に普及していないこと、給与技術では栄養価はどの程度で、どのように給与すれば良いのか情報がないこと、また、普及全般では製糖用サトウキビの水増しに使われないか(コンタミ)、製糖用サトウキビ畑が減っていくのではないかとといった製糖関係者からの懸念が多かった。

### 3. 地域農業確立総合研究として課題化

上記、研究会で抽出された問題点を解決するために、栽培技術では栽培マニュアル作成に向けた栽培技術を明らかにすること、収穫・調製技術では製糖用サトウキビ収穫に用いられ、南西諸島で広く普及しているコーンハーベスタ(図3)を活用した収穫・調製技術を開発すること、給与技術では繁殖雌牛、肥育素牛、乳牛への給与技術を開発すること、さらには普及全般に対応するため製糖用サトウキビ関係者の不安解消となるデータを集積することを目的に「飼料用サトウキビ生産・調製技術を核とした南西諸島における高度連携システムの構築」との課題名で地域農業確立総合研究を申請し、採択された。実施にあたっては、特に収穫・調製課題では機械分野の協力が不可欠であったことから、それまでにイネ WCS 収穫機の開発などで九沖農研と共同研究の実績があったスター農機(現在;株式会社 IHI アグリテック)、サトウキビ分野で連携実績があった松元機工に参画いただき、その他、各分野の課題実施を補強するため、宮崎大学、鹿児島県畜産試験場および沖縄県

農業研究センターにも課題を担当いただき開発を進めた。

得られた成果を簡単に紹介すると、栽培分野では年1回収穫と年2回収穫では収量はほとんど変わらないが、年1回では乱倒伏して収穫が困難となるのに対し、年2回収穫で栽培すると、1作の栽培期間が短いため直立した草姿での収穫となるため収穫作業効率が向上し、既存の収穫機械であるコーンハーベスタの利用も可能となること、年2回収穫の各



図3 コーンハーベスタ

収穫時期設定においても、飼料用サトウキビは $3.8\sim 4.2\text{kgDM}/\text{m}^2$ の高い年間乾物収量が得られることが確認され、最大は5-8月区であり、5-7月区は夏草の材料が未成熟であること、5-10月区は初期生育が劣り春草で雑草に負ける可能性があることを明らかにした。収穫・調製技術では飼料用サトウキビをコーンハーベスタで収穫する場合、製糖用では葉が枯れ上がったときに収穫するので問題とならなかったベースカッタへの葉の巻き付きが頻発したことから、巻き付き解消のため、ベースカッタの回転部の形状変更等の簡易改良法を考案した。また、コーンハーベスタでの収穫物は切断長が約25cmと長く、そのままサイレージ調製が困難であったことから、コーンハーベスタとベルトコンベア、エレベータワゴンを組み合わせた再切断装置を開発した。給与技術では繁殖牛、子牛、泌乳牛への給与メニューを明らかにし、現地試験により問題がないことを実証した。

これらの成果は「飼料用サトウキビ品種 KRF093-1 利用の手引き」としてマニュアル化した。また、研究期間中も毎年開催される飼料用サトウキビ研究会で技術開発の進捗状況を紹介、実証試験地の種子島において、見学会を実施し栽培圃場、収穫状況、給与状況を紹介した。さらには南西諸島各島での研修会を開催し、普及活動を実施した。なお、研究会、見学会への生産者の参加は普及機関が積極的に呼びかけをして頂いたり、各島での研修会は県や市町村の担当者の企画によるものである。このような中、鹿児島県徳之島町で飼料用サトウキビを核としたコントラクター、TMRセンター設立の機運が高まってきた。

#### 4. 徳之島町での取り組み（農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業）

徳之島町では平成22年度農水省食料自給率向上・産地再生緊急対策交付金事業によりTMR（混合飼料）センターを設立（H24.3 竣工）し、その運用管理を生産者らが立ち上げた飼料生産供給組織「株式会社きらめきサポート想」（H22 設立）に委託している。飼料生産組織ではローズグラスおよび飼料用サトウキビによる自給飼料生産のため、平成23年度農水省飼料生産拠点育成地区リース事業により収穫機等を導入しており、島内の未利用資

源を活用した TMR の製造・販売により、出資組合員 12 戸 1137 頭（徳之島町全体の約 30% に相当）の牛の飼料生産・供給を目標としている。このようにハード面の整備は進んでいるものの、ソフト面について技術導入の要望が高かった。そこで、関係機関と調整し、九

沖農研を代表機関として農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業へ応募し、「南西諸島の飼料自給率を高める飼料用サトウキビとエコフィード TMR の利用技術の確立」（平成 24-26 年度）が採択された（図 4）。この事業での主な成果としては、栽培技術では施肥

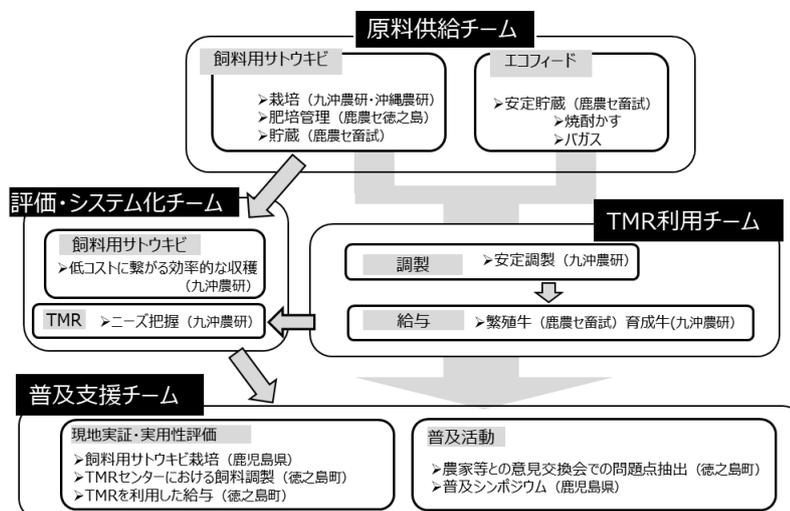


図 4 農食事業構成

トウキビと地域未利用資源を主体とする発酵 TMR の調製技術およびそれを活用した繁殖牛、子牛への給与技術である。これらの成果はこれまで同様、飼料用サトウキビ研究会で進捗状況を紹介するとともに、最終年度には徳之島町で普及シンポジウムを開催した。シンポジウムは事務局を鹿児島県大島支庁徳之島事務所が担当し、2014 年 7 月 28-29 日、74 名の参加者があった。内容は現地見学として、TMR センターでは子牛用 TMR の調製実演を実施、栽培試験圃場で試験状況を紹介、繁殖親牛給与と試験実証農家で給与農家と意見交換、および子牛給与試験実証農家で給与農家との意見交換を実施した。また、室内検討として、作成中の飼料用サトウキビ栽培と発酵 TMR 調製給与の各マニュアルについて、各試験担当者から紹介し、修正やその他の記載すべき情報等について、参加者と意見交換し、マニュアルの最終版に反映した。

## 5. 県独自の取り組み

このような取り組みを進める中で、各県普及・行政機関でも独自の取り組みが始まった。宮崎県では平成 24 年度新技術導入広域推進事業（H24-26）「宮崎県における飼料用サトウキビの栽培適応性および給与技術の確立」として宮崎県内 10 か所での栽培実証、6 戸での給与実証、飼料用サトウキビ栽培・収穫・調製・給与マニュアル（宮崎県版）の作成。鹿児島県では平成 24 年度新技術導入広域推進事業（H24-26）「黒穂病抵抗性を有する飼料用サトウキビ「しまのうしえ」の奄美以南地域への普及」として、実証圃の拡大や沖永良部島での研修会の開催。沖縄県では自給型酪農経営飼料生産基盤構築事業（沖縄振興特別推進交付金事業）（H25-27、H28-30）として、除草剤、殺虫剤の飼料用サトウキビへの

登録拡大。飼料用サトウキビ種苗圃場の整備が実施されている。これらの事業成果についても、進捗状況に併せて飼料用サトウキビ研究会で紹介してもらい、情報の共有を図った。

## 6. まとめ

以上のような経緯を経て飼料用サトウキビの栽培面積は着実に広がっている。一例を挙げると鹿児島県島嶼部全体ではH28では40haまで拡大し、沖縄県においては県の主導で組織的な自給飼料生産体制の整備が始まり、飼料用サトウキビの実用的利用戸数はH24の0戸からH28では17戸に増加。栽培面積はH28では10haとなっている。飼料用サトウキビの開発・普及が順調に進んだ要因としては第一に普及関係者が開発段階から高い関心を持ってくれたことが挙げられる。これは離島地域という特殊事情もあって、自分たちが動かなければ誰も動かないという使命感によるところもあるかもしれない。次に飼料用サトウキビ研究会での情報の共有がある。開発状況の紹介や意見交換、現場での問題点（技術的、社会的）の抽出においては研究会の果たした役割は大きい。そして、開発状況に応じた研究・普及資金が獲得できたことが順調な開発・普及の支援になっている。近年の競争的研究資金は普及関係者や農家の参画が応募条件になっているものが多いが、研究会でのつながりがスムーズなコンソーシアム形成につながったと考えられ、ここでも研究会の存在が大きな役割を果たしている。

## 飼料生産用機械の開発から普及まで — 細断型ロールベアラ、汎用型飼料収穫機の場合 —

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業技術革新工学研究センター  
(旧: 生研センター)

総合機械化研究領域 畜産工学ユニット  
志藤博克

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

### はじめに

場内試験で試作機が意図したとおりに動いた！

……からと言って即、市販化とはならない

#### 市販化へのハードル

- どんな条件でも動くのか？
- 耐久性は十分か？
- 量産しやすい構造か？
- 導入効果とコストのバランスは？
- 一度使ったら元に戻りたくない魅力があるか？

普及実例を挙げて紹介

# 1. 細断型ロールベアラ

- 細断したトウモロコシ等を高密度なロールベールに成形
- 人手によるサイロ詰め作業から解放
- 誰が作っても安定して高品質サイレージに
- 貯蔵ロスがわずかでコストダウンを実現



## 開発の経緯

H8～10 基礎試験～ロール化成功(放出口ス約10%)

(総合的開発研究「新用途畑作物」)



定置式基礎試験装置

試作機11型乙



ロール成形の可能性を得た

## 開発の経緯

### H11～13 成形技術の確立(放出口ス2%を切る)

(プロジェクト研究「転作作物」「21世紀プロ」)



試作機13型



#### 成形のポイント

- ・左右均等に材料供給
- ・ネットで肩をカバー

これでうまくいくはずだったが・・・

## 開発の経緯

### H14 実用化を目指しメーカーと共同開発

(21世紀型農業機械等緊急開発事業)

#### 飼料イネ、牧草、TMRへも挑戦



緊プロ機(試作機22型)  
ようやく第3のポイントを掴む



飼料イネ収穫風景

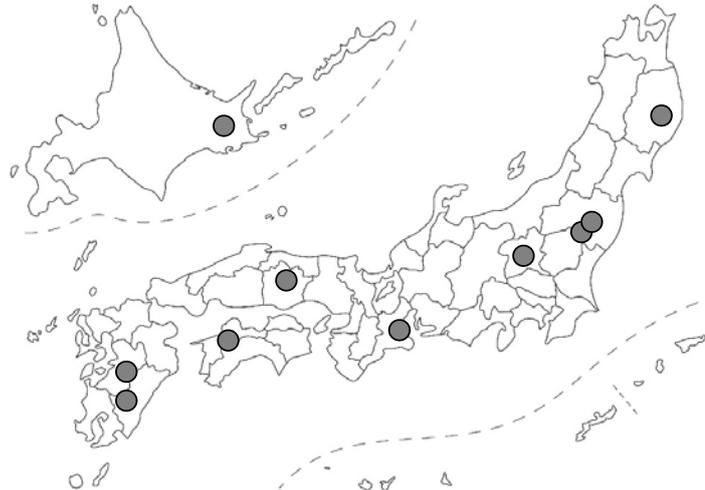


牧草収穫風景

### H15 現地実証試験の展開

(21世紀型農業機械等緊急開発事業)

- 全国10箇所、多様な作業条件で試験を展開
- 各地にほぼ1台ずつ試作機を配置、使い込んで頂いた



### H16 市販化・フォローアップ

各地で他機関主催の実演会、各県試験場での利用試験  
試験地メンバーを母体に「細断型ベーラ利用研究会」発足



研究者だけでなく、業務担当者も出席  
多様な視点から議論  
発酵TMR研究の端緒に

## 普及のポイント①

- 実用化段階では研究機関とメーカーの持ち味が活かした

### 研究機関

- 中長期的な視野に立った研究開発
- リスクが高くても、画期的な技術に挑戦
- 世界に一つのカスタムメイド

### メーカー

- 短期的視野での開発
- リスクはかけられないが、完成度の高い技術
- 既製部品を多用して信頼性向上、コスト低減化

実用化段階でともに試行錯誤することで、技術移転が円滑に

## 普及のポイント②

- 各地の試験場の業務担当者がユーザー視点で評価
- 各試験地から100項目以上の改善要望が提言

メーカーが翌シーズンまでに対応完了

各試験地のモチベーションが向上

「自分達が育てた技術」との意識が芽生えた



## 普及のポイント③

- 各試験地にほぼ1台ずつ試作機を配置、現地担当者が試作機の取り扱いに精通  
(不具合への対処で散々ご迷惑をかけた副産物)



各地で市販化直後の  
初期トラブルに対応



ネガティブな評判の  
拡散を未然に防止



## 普及のポイント④

- 農家のニーズを的確に捉えたPRを展開
  - ・1年前のラップサイロを開封する実演が効果絶大
  - ・農家は「省力化」より「高品質なサイレージ」に魅力を感じていた

- 実証試験地からの提案がきっかけ

試験場がラップサイロを  
農家に配付、意見調査の  
結果がヒントに



開発機を核として様々な研究へと展開

- ・ラップサイロの省力的な解体法の研究
- ・牧草、飼料イネへの利用とサイレージ品質の解明
- ・開発機導入によるコスト低減効果の解明
- ・細断型ベーラに適した品種や栽培技術の開発
- ・発酵TMRへの適用



利用マニュアルに編纂、利用場面が拡大

## 2. 汎用型飼料収穫機

- 府県のコントラクタ向けに開発
- 1台で多様な作物に対応、機械コストの低減化に寄与
- ノンストップ作業が可能で高能率
- その場旋回が可能、中山間地の狭小圃場でも活躍

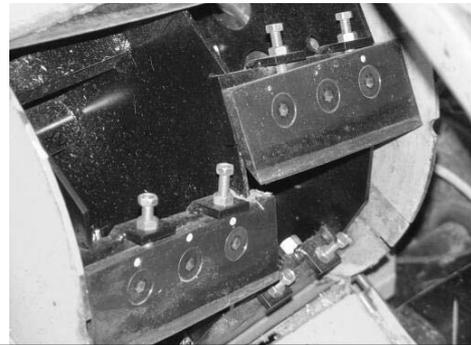


## 開発の経緯

H14～16 着想・基礎試験

(プロジェクト研究「21世紀プロ」「ブランドニッポン」)

主に収穫部の省エネ化に取り組む



## 開発の経緯

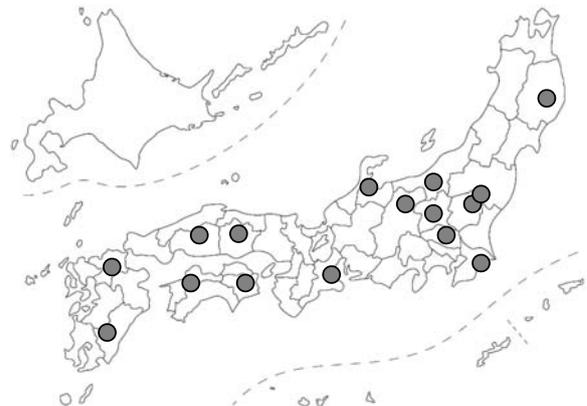
H15後半～19 実用化に向けた開発

(次世代型農業機械等緊急開発事業)

H20 現地実証試験

(第4次農業機械等緊急開発事業)

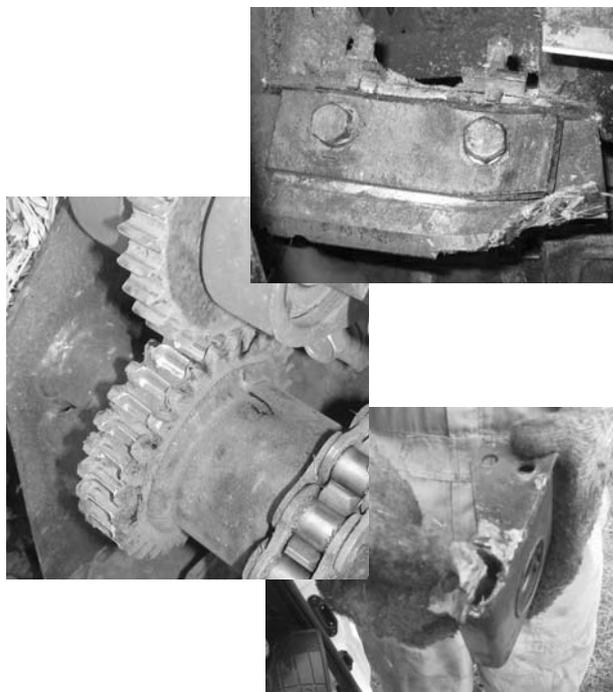
H21 市販化



延べ16箇所(うちコントラ7件)で実施  
4月の牧草から12月の二期作トウモロコシまで

## 普及のポイント①

- 耐久性を重視、現地実証の前に耐久試験を実施  
メーカーまかせにせず、共同で試験を計画



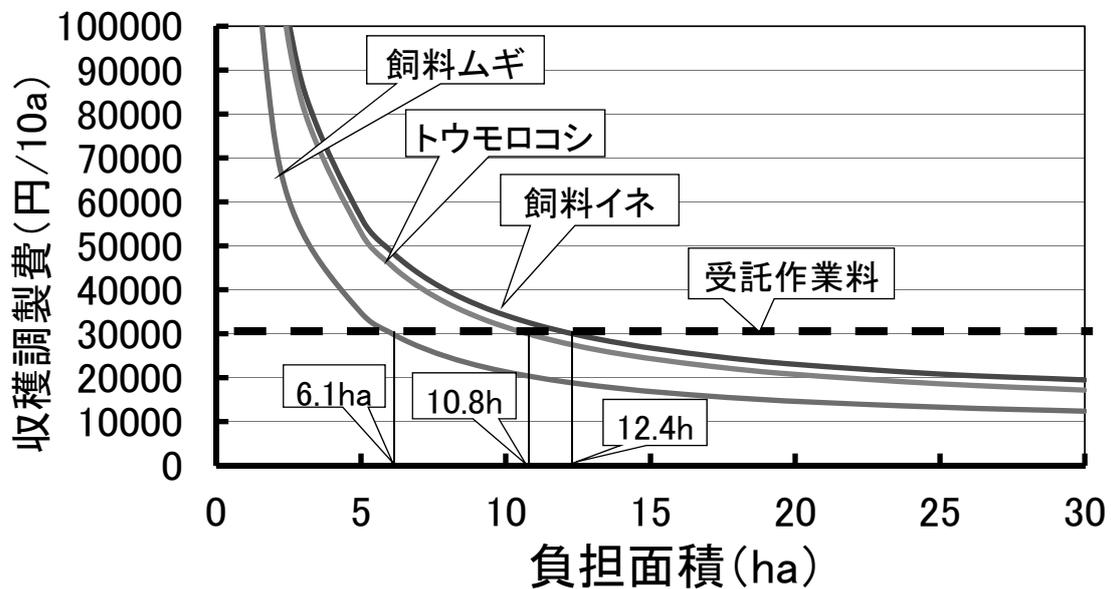
## 普及のポイント②

- 徹底的に現地試験を実施、試作機2台で年間100ha稼働
  - 機械性能、改良点、サイレージ品質、コストを徹底調査
- ➡ 導入検討時の目安となる多様で豊富なデータが収集



### 普及のポイント③

- 各コントラの生産費調査により補助金なしでもペイできる負担面積を提示、「安い2000万」を証明



志藤ら(2011)汎用型飼料収穫機の実用性向上と現地実証による導入の目安の試算, 日草誌, 57(1),13-20

### 普及のポイント④

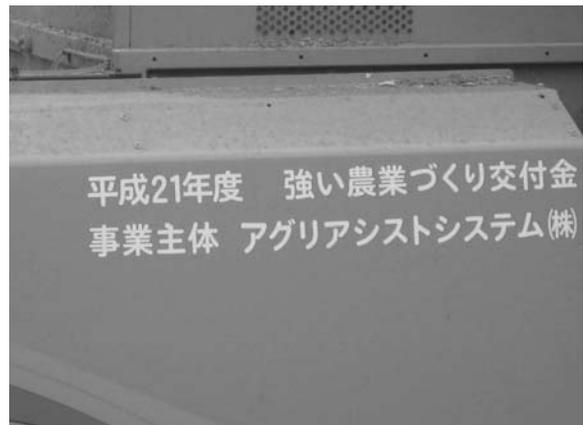
- 細断型ベーラ開発時のネットワークを活用・発展



円滑にコントラの協力が得られた



市販化後、7法人中、4法人が開発機を導入



## 1. 開発の着想時

ユーザーの言葉の背景にある本質に気付く

- 農家調査は、自分なりのアイデアを持って臨んで初めて見えてくるものがある
- 農家の言葉を鵜呑みにして、単なる「人手作業の機械への置き換え」にはしない
- 社会動向を洞察し、将来の展開の可能性を考える

## 2. 開発中

批判する者を師とせよ

- 否定的な意見こそが、自らの弱点を教えてくれる
- 批判から逃げず、結果を示すことで理解が広まる

例) 資材費がかさんでコスト高になるに決まってる！



貯蔵ロスが従来サイロの1/500となることを確認、  
サイレージ生産費の低減化が可能であることを提示

## 3. 開発後期～普及段階

### 思い切った「子離れ」が必要

- いつまでも技術を独り占めしない、一人でやれることはたかが知れている
- 「自分の分身」を何人作れるかがポイント
- 技術を共有すれば、新たな発想が注ぎ込まれ、さらなる発展・展開を遂げる
- 技術を共有するには、知識を伝えるだけでなく、ともに試行錯誤を経験することが必要

## 開発機その後

### 細断型ロールベアラ

- 平成16年の市販化以来、シリーズ化、1499台が普及  
(平成29年9月現在)
- 韓国、中国、欧州へ輸出



ロール直径1.15m×1m



ロール直径  
1m×0.85m



ロール直径1m×1m



飼料稲専用収穫機への搭載

## 汎用型飼料収穫機

- 平成21年の市販化以来、173台が普及  
(平成29年9月現在)
- ➡ 府県のコントラクタの4件に1件が所有
- 韓国、中国へ輸出



## マルチヘッドの登場

飼料イネもトウモロコシもこれ一つで収穫可能に

## ともに作り上げた皆様に感謝

株式会社那須の農  
農事法人野尻湖ふるさと農園  
農事組合法人八万石  
香取山田機械利用組合  
株式会社アグリアシストシステム  
前原酪農組合  
有限会社アグテック  
株式会社タカキタ  
株式会社IHIアグリテック  
ヤンマー株式会社  
北海道立根釧農業試験場  
岩手県農業研究センター畜産研究所  
福島県農業総合センター畜産研究所  
群馬県畜産試験場  
千葉県畜産総合研究センター  
埼玉県農業技術研究センター  
新潟県農業総合研究所畜産研究センター  
長野県農業改良普及センター

富山県農林水産総合技術センター  
三重県畜産研究所  
岡山県農林水産総合センター畜産研究所  
広島県立総合技術研究所畜産技術センター  
徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課  
愛媛県農林水産研究所畜産研究センター  
福岡県農林総合試験場  
熊本県農業研究センター畜産研究所  
宮崎県畜産試験場  
鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場  
鳥取大学農学部  
独立行政法人家畜改良センター  
農研機構 畜産研究部門

## 乾田直播栽培（イネ）とトウモロコシ栽培・子実生産

農研機構東北農業研究センター  
生産基盤研究領域 栽培技術グループ  
篠遠 善哉

### 1. はじめに

わが国では、米消費量の減少に伴う米需要の減少によって水稲作付面積が減少し続けている一方、2015年に策定された「食料・農業・農村基本計画」では、2025年度までに純国内産飼料自給率を40%に引き上げることが公表されており、飼料の増産が求められている。特に、毎年約1000万トン輸入されている飼料用トウモロコシ子実（子実用トウモロコシ）を国内で生産する必要があると考えられる。そのため、水田の利活用および飼料増産という背景から東北農業研究センターでは子実用トウモロコシを導入した水田輪作の技術開発を進めており、本稿では研究の概要について紹介したい。

### 2. プラウ耕鎮圧体系乾田直播栽培の広がり

プラウ耕鎮圧体系乾田直播（以下、プラウ耕乾田直播）が東北農業研究センターで開発され（大谷ら2016）、北海道および東北地域を中心に栽培面積が広がりつつある。本体系の特徴は、高速作業と機械の汎用化による省力・低コスト栽培である（図1）。



図1 プラウ耕鎮圧体系乾田直播の機械体系

これまで、我が国の水田農業では水稲栽培を基軸とした作業機体系であったため、耕起と碎土を同時に行え、代かきまで利用でき、取り扱いも容易なロータリ（後藤1997）が、1960年以降に水田地帯を中心に普及し（中1981）、慣行法として定着した。しかし、担い手等に農地が集積して大規模経営になった場合、限られた適期に作業をするためには高速作業が求められる。プラウ耕乾田直播では、耕起作業にチゼルプラウを、播種床造成には縦軸駆動ハローもしくはケンプリッジローラーを、播種にはグレンドリルを、播種後の鎮圧作業に

はケンブリッジローラーを用いて行う。いずれの作業も 5-8 km/hr で作業が可能であり、グレンドリルを用いた播種では 10 km/hr 以上も可能であり、標準速度が 2-3 km/hr のロータリ耕と比較して高速作業体系である。本体系で、大谷ら (2016) は、10a 当たりの投下労働時間を約 4.8-6.4 時間とし、直播適性品種 (「萌えみのり」) を用いることで収量が 600 kg/10a 以上となり、60 kg 当たりの費用合計は東北平均 (2010 年) の約 54-69% になることを示している。

東北地域においてプラウ耕乾田直播は大規模経営農家を中心に栽培面積が広がりつつある。宮城県沿岸部の津波被災地域では 2.2 ha, 3.4 ha の大区画水田が造成され、2013 年の両圃場を合わせた全刈り収量は 10a 当たり 549 kg (粒厚 1.9mm 以上) であり (大谷ら 2015), 同年の宮城県平均 552 kg/10a (農林水産省 2015) と同程度の収量が得られた。

### 3. 子実用トウモロコシを導入した水田輪作

#### (1) 水田に子実用トウモロコシを導入する際のメリット

水田で子実用トウモロコシを栽培する利点としては投下労働時間が少なく、新たな設備投資をせずに既存の農業機械を利用できることである。子実用トウモロコシの栽培では排水対策、施肥、耕起、播種、約 2 回の除草剤散布以外は収穫まで管理作業がほとんどなく、10a 当たりの投下労働時間が水稲、大豆などの夏作物と比較して少ない。そのため、農家の高齢化に伴って担い手に農地が集積した際にも大面積に作付けすることのできる作物の一つである。また、水田輪作で大豆を栽培している農家であれば耕起、播種、管理機、コンバインの一式を所有しているため、新たな設備投資をせずに始めることができる。また、収穫後の乾燥には米麦用循環式乾燥機の利用が可能であり (稲野ら 2011), サイレージ用トウモロコシのようなハーベスターやラッピングマシーンなどの専用機械を必要としないため、耕種農家にとって導入しやすい。

#### (2) 子実用トウモロコシを導入したプラウ耕水田輪作

現在、東北農業研究センターではプラウ耕乾田直播を核とした水稲—子実用トウモロコシ—大豆の 3 年 3 作の水田輪作技術の開発に取り組んでいる (図 2)。本体系の特徴は、水稲を無代かきで栽培し、水田輪作に子実用トウモロコシを導入することである。さらに、機械の汎用化による農機具費の削減、高速作業により労働費を削減することで省力・低コスト栽培となっている。本体系は、所内試験 (黒ボク土) および現地実証試験 (グライ土) の 2 カ所で試験を実施している。

本輪作体系では水稲をプラウ耕乾田直播で栽培する。プラウ耕乾田直播は無代かき栽培であるため、代かき栽培と比較して、水田転換畑にした際に碎土性に優れると考えられるため後作で畑作物を栽培する際には有利である。また、耕盤を必要としないため、水田転換畑にした際に排水性の向上が期待される。子実用トウモロコシ栽培では堆肥を投入して地力の維持および耕畜連携を目指し、子実収穫後の茎葉部はすき込まれるため、地力の維持・向

上が期待できる。佃ら（1989）は、田畑輪換で大豆を安定生産するためにはトウモロコシとの輪作が有効であることを明らかにしている。特に、近年、水田転換畑での転作大豆の生産力低下（住田ら 2005）が顕在化しているため、大豆の前作にトウモロコシを導入することで大豆収量の高位安定化が期待できる。

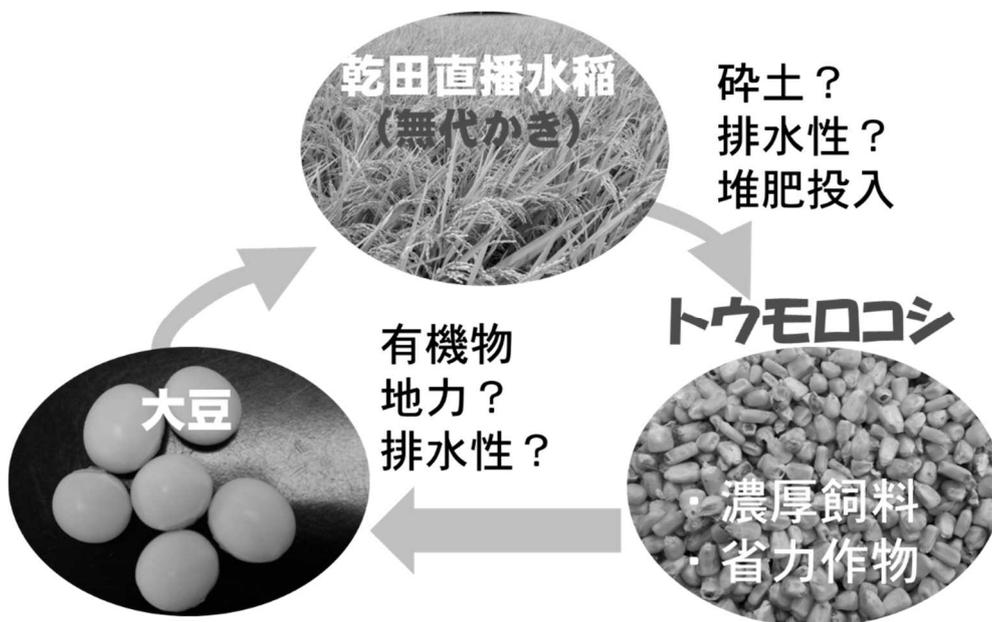


図2 子実用トウモロコシを導入したプラウ耕水田輪作

### (3) プラウ耕水田輪作の機械体系

本輪作体系では、耕起作業（耕起-播種床造成）、播種作業、収穫作業に共通の機械を使う（図3）。耕起作業はチゼルプラウと呼ばれるプラウの一種で耕起した後、縦軸駆動ハローで碎土して播種床を造成する。播種作業には真空播種機を用いて、作業の高速化に加えて高精度化も目指す。収穫作業には汎用コンバインを用いる。府県の水稲収穫では自脱コンバイ



図3 子実用トウモロコシを導入したプラウ耕水田輪作の機械体系

ンが一般的であるが、本輪作体系では汎用コンバインで水稻を収穫する。また、農業機械メーカーと協力して子実用トウモロコシを収穫するための汎用コンバインの改良も実施している。

#### 4. 現地実証試験

##### (1) 現地実証試験の概要

現地実証試験の経営体である岩手県花巻市の A 法人は役員 3 名、従業員 1 名、非常勤雇用 1 名で水稻、大豆、小麦を中心とした土地利用型作物を軸とした経営である。A 法人に現地実証試験を依頼した理由としては、実証地域が典型的な水田地帯であり、地域の担い手として今後、地域農業を牽引していくと考えられ、さらに本水田輪作技術開発に必要な機械もほぼ所有していたためである。2017 年度の経営耕地面積は 44 ha であり、水稻が 24.6 ha を占め、そのうち移植 5 ha 以外は全て直播であり、湛水直播および乾田直播の両方を導入して作期分散を図っている。他に、小麦 6 ha、大豆 5.2 ha、牧草 5.3 ha、ニンニク 1.1 ha、タマネギ 0.4 ha、子実用トウモロコシ 1.4 ha を作付している。A 法人は現地実証開始前の 2014 年から地域の耕種農家と連携して、子実用トウモロコシ栽培に取り組んでいる。収穫した子実は地域の養豚農家に出荷し、養豚農家からは堆肥を購入して農地に還元する耕畜連携を実現している。

現地実証試験では、圃場作業を現地農家が所有する機械を使って作業することで、実証試験後の技術移転を円滑に行うことを目指している。実証圃場は隣接する 2 筆をそれぞれロータリ区（代かき・移植体系）、プラウ区（無代かき・乾田直播体系）とした。試験初年目の 2015 年に大豆を栽培し、ロータリ区およびプラウ区ともに全刈り収量で 300 kg/10a 以上であった。A 法人では、実証試験開始前まで大豆栽培にはほとんど取り組んでいなかったが、2015 年の試験実施後、大豆作付面積を 2015 年 1.5 ha から 2016 年以降は約 5 ha 規模へ拡大した。2016 年の水稻は地域の慣行品種である「ひとめぼれ」を用いた。乾田直播では播種作業で未播種部分が生じたため全刈り収量では移植栽培より 1 割程度減収したが、坪刈り収量では同程度であった。試験研究開始前の現地農家での乾田直播栽培には直播適性品種を用いていたが、2016 年に地域慣行品種で取り組んで以降、2017 年には 1 筆 2.5 ha の圃場において「ひとめぼれ」を乾田直播栽培で取り組んでいる。

##### (2) 現地実証試験における子実用トウモロコシ栽培

2017 年の子実用トウモロコシの栽培概要について以下で詳しく説明する（表 1）。

2016 年の秋（水稻収穫後）にサブソイラを用いて心土破碎を行った。2017 年の春に養豚農家から購入した豚糞堆肥 2 t/10a を自走式マニユアスプレッダーで散布し、チゼルプラウを用いて混和した。化成肥料はブロードキャスターで散布し、プラウ区では縦軸駆動ハローで播種床を造成した。ロータリ区はロータリ耕の碎土が不十分であったため、2 日後に再度、ロータリ耕を実施した。播種前に額縁明渠を施工し、5 月 31 日に 108 日タイプ (34N84,

パイオニア社製)を約7400株/10aの設定で播種した(図4)。播種時の碎土率(土壌塊<1.9mmの割合)はロータリ区, プラウ区ともに70%以上を確保できた。プラウ区では縦軸駆動ハロー1回で碎土率70%以上であった一方, ロータリ区では3回耕耘して碎土率70%以上であったことから, プラウ耕耘田直播(無代かき栽培)は代かき栽培より碎土性に優れていると考えられる。苗立ち率はロータリ区, プラウ区ともに85%以上であり, 良好な苗立ち状況であった。播種後の栽培管理としては, 播種直後に土壌処理剤(ジメテナミド・リニュロン剤)を散布し, 第6葉期頃に茎葉処理剤(トプラメゾン剤)を散布した。

表1 耕種概要

圃場面積	ロータリ区 : 55.5 a プラウ区 : 61.8 a
栽植様式	ロータリ区 : 条間75 cm, 株間18.0 cm プラウ区 : 条間70 cm, 株間19.5 cm (約7400株/10a)
品種	108日タイプ (34N84, パイオニア社)
播種日	5月31日
播種機	ロータリ区 : 目皿式播種 (TDRT-2CE, アグリテクノ矢崎社製) プラウ区 : 真空播種機 (NG plus 4, モノセム社製)
施肥	豚糞堆肥 : 2 t/10a 化成肥料 : N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O=11 : 11 : 11 kg/10a (オール14を80 kg/10a施肥)
防除	播種直後 : エコトップ乳剤 (ジメテナミド・リニュロン剤) 第6葉期頃 : アルファード液剤 (トプラメゾン剤)
排水対策	サブソイラ : 2016年秋 額縁明渠 : 播種前
収穫	ロータリ区 : 10月10日 プラウ区 : 10月23日

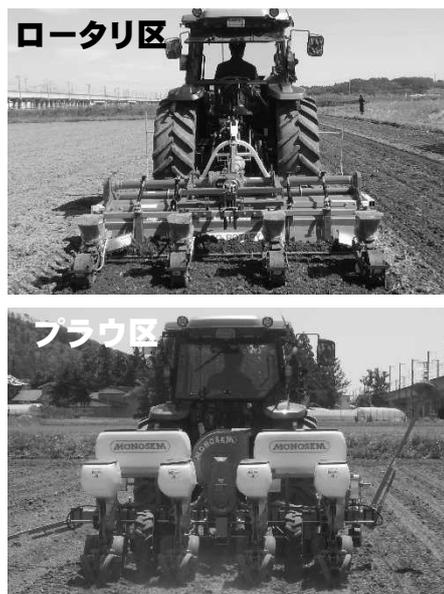


図4 子実用トウモロコシ播種

8月上旬の絹糸抽出期までは順調に生育したが, 9月18日に台風18号が通過した際にロータリ区で根転び型の倒伏が広範囲にわたり発生した(図5)。プラウ区でも根転び型の倒伏および折損が発生したが, 折損の方が多くみられた。耕耘法の違いによる倒伏程度の違いは地耐力の違いによると考えられた。篠遠ら(2018)は, ロータリ区よりプラウ区で土壌深さ5 cm以深の土壌貫入抵抗値が急激に増加し, 深さ10 cmおよび20 cmの気相率はロータリ区よりプラウ区で低く, 固相率はロータリ区よりプラウ区で高いことを明らかにしている。したがって, プラウ区はロータリ区より土壌硬度が硬く, 地耐力が高かったため根転び型の倒伏被害を軽減できたと考えられた。

ロータリ区では倒伏被害が著しかったため, 10月10日に収穫した。倒伏による収量ロスも著しかったが, コンバインで収穫することができ全刈り収量(水分15%)は約600 kg/10aであった。プラウ区は10月23日に収穫し全刈り収量(水分15%)で約700 kg/10aであった。収穫したトウモロコシは, 東北農業研究センターで研究を進めている「フレコンラップ法」によるソフトグレインサイレージに調整した。今後は, チョッパー等で収穫後の残穢処理作業をして子実用トウモロコシの圃場作業を全て終了する予定である。

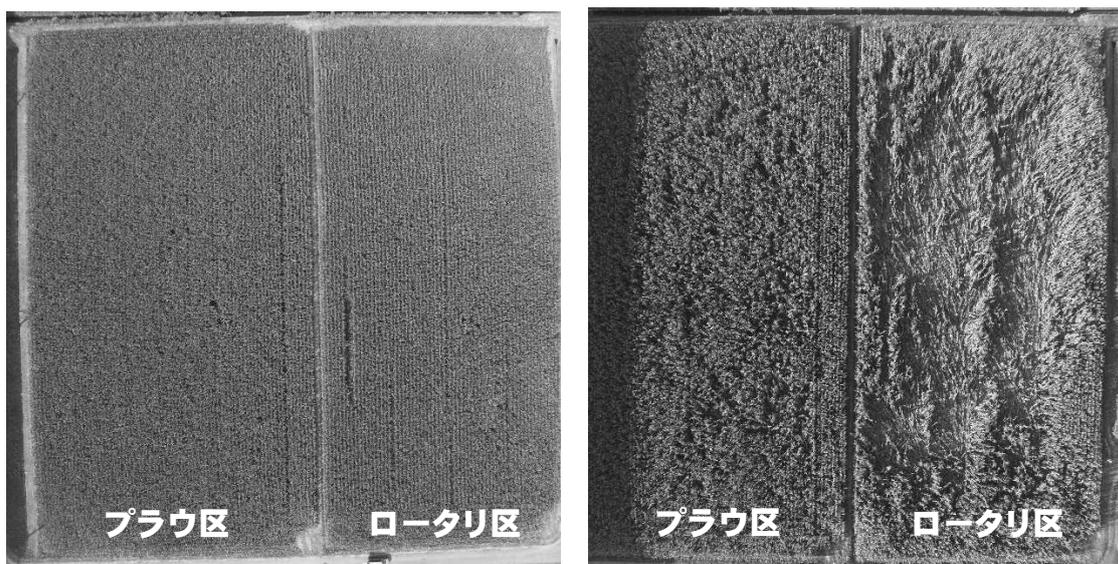


図5 台風18号通過前（9月3日）および通過後（9月24日）の圃場の様子

#### 5. 子実用トウモロコシを導入した水田輪作における課題

水田輪作に子実用トウモロコシを導入する場合、収量を高位安定化させることが最重要課題である。トウモロコシは湿害に非常に弱いため、圃場の選定および排水対策の徹底、また無代かき栽培による水田輪作によって湿害のリスクを軽減する必要がある。また、飼料用として利用する場合、国産 Non-GMO トウモロコシとして高付加価値をアピールできるが、販売価格は 30-50 円/kg 程度になることが予想される。そのため、生産者の収益を確保するためにも、10-20 ha 規模の大面積で作付けして、収量 1000 kg/10a を目指す多収栽培の確立が求められ、栽培地域に適した品種の導入および施肥体系の確立が必要である。さらに、多収を目指すためには防除法についても検討する必要がある。府県では、アワノメイガを中心とした害虫による被害が報告されており、食害部分からのカビ発生、折損等、収量だけでなく品質に及ぼす影響も憂慮されるため、無人ヘリや近年注目されているドローン等で散布できる農薬の登録が必要である。

また、乾燥・貯蔵施設等の整備も必要である。先述したように水田輪作に子実用トウモロコシを導入する最大のメリットは投下労働時間が少ないことである。担い手に土地集積が進んだ場合でも、耕起から播種、収穫までの管理作業が少ない子実用トウモロコシであれば作付けできる可能性が高い。しかし、子実用トウモロコシに対応した乾燥・貯蔵施設が現在、整備されていないため、大面積に作付けしても収穫物を処理することができない。畜産農家が耕種農家と距離的に近い場合にはサイレージ方式で貯蔵すれば良いが、水田の多い平野部は畜産農家と距離的に離れていることが多く、その場合は、サイレージ方式に加えて、乾燥・貯蔵方式も検討する必要があると考えられる。

収穫物の販路確保も課題である。東北地域では、耕種農家と畜産農家が相対で取引している場合が多い。飼料については「安定供給」が最重要項目であるため、産地化を進めて地域

で供給ロットを確保することが求められる。また、飼料工場は沿岸部に集中していることが多いため、流通体系についても検討する必要がある。

## 6. おわりに

東北地域における子実用トウモロコシを導入した水田輪作は研究機関よりも生産者が先に取り組みであり、生産現場とともに技術開発に取り組んできた。解決すべき課題も多いが、子実用トウモロコシの面的拡大を進めていくためには生産者、行政、メーカー、農協組織、研究機関が協力して取り組む必要がある。今後、東北農業研究センターでは、子実用トウモロコシを導入した水田輪作のさらなる技術確立に取り組んでいく予定である。

本稿で紹介した研究開発は、農林水産省委託プロジェクト研究「栄養収量の高い国産飼料の低コスト生産・利用技術の開発」の補助を受けて実施した。研究推進にあたり現地農家の方々をはじめ、ご尽力頂いた関係各位にここに記して深謝する。

## 引用文献

- 後藤隆志 1997. 耕うん整地作業の新技术. 農業機械学会誌 59: 125-129.
- 稲野一郎・石井耕太・木村義彰 2011. 子実用トウモロコシの機械収穫乾燥体系. (平成23年度北海道地域の成果情報). <http://www.naro.affrc.go.jp/harc/contents/files/seisan04.pdf> (2017/11/10閲覧).
- 中精一 1981. 作物栽培と耕うん作業. 農業機械学会誌 42: 563-567.
- 農林水産省 2015. 25年産水陸稲の時期別作柄及び収穫量(全国農業地域別・都道府県別). <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117357> (2017/10/31閲覧).
- 大谷隆二 2015. 水田輪作の新しいフレームワークと土壌学・植物栄養学の展開方向7. プラウ耕鎮圧体系の乾田直播と水田農業の今後. 土肥誌 86: 42-47.
- 大谷隆二・齋藤秀文・冠秀昭・関矢博幸・中山壮一・宮路広武 2016. 乾田直播栽培マニュアル ver. 3. [http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/dry-seeding\\_rice\\_v3.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/dry-seeding_rice_v3.pdf) (2017/11/10閲覧).
- 篠遠善哉・松波寿典・大谷隆二・冠秀昭・丸山幸夫 2018. 黒ボク土の水田転換畑におけるチゼルプラウ耕が土壌環境およびトウモロコシの窒素吸収に及ぼす影響. 日作紀 87: 印刷中.
- 住田弘一・加藤直人・西田瑞彦 2005. 田畑輪換の繰り返しや長期畑転換に伴う転作大豆の生産力低下と土壌肥沃度の変化. 東北農研研報 103: 39-52.
- 佃和民・花井雅次・黒澤健 1989. 田畑輪換における水田期間・畑期間の組合せと作物生産力. 日作紀 58 (別1): 50-51.

## イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第2版について

農研機構北海道農業研究センター

青木康浩

### 1. はじめに

イアコーンサイレージとは、トウモロコシの雌穂（イア）、すなわち子実と芯、およびそれらを取り巻く皮の部分のみを材料とするサイレージである。茎や葉を含まないため、トウモロコシホールクロップサイレージに比べて栄養価が高く、濃厚飼料として利用できる。現地実証試験の展開を経て、現在、北海道内を中心に生産現場での取り組みが拡大している。

農研機構北海道農業研究センターでは、関係機関と協力して、2009年度からイアコーンサイレージの生産・利用技術の開発に取り組んでいる。その研究成果に基づき、2013年に「イアコーンサイレージ生産・利用マニュアル第1版」を刊行し、イアコーンサイレージの実規模収穫・調製技術を中心に、栽培法、飼料特性、乳牛に対する給与技術について解説した。その後の研究成果の蓄積と並行して、生産現場における生産・利用事例が拡大したことに伴い、酪農・畜産サイドが生産するだけでなく、畑作経営が輪作の一作物として導入を希望するケースが多くなってきた。また、乳牛だけでなく肉用牛肥育経営における利用にも関心が持たれている。そこで、生産者、関係者の要望に応えるべく、イアコーンサイレージの生産から利用にわたる各技術について、実際に取り組む場合のポイントを中心に、第1版以降の成果を採り入れて解説する目的で「イアコーンサイレージ生産・利用マニュアル第2版」を2017年3月に発行した。本稿では、この「第2版」の内容について、主に第1版からの改訂点を説明する。

### 2. 構成と内容

本マニュアル（図1）は、北海道内の研究機関による成果および複数の地域における現地実証試験データに基づくもので、「1. イアコーンサイレージとは?」、「2. イアコーンサイレージの作り方」、「3. イアコーンサイレージの使い方」の3章で構成している。

「1. イアコーンサイレージとは?」においては、飼料用トウモロコシから調製される飼料の一般的な名称とその特徴を、収穫部位別に示した。「2. 作り方」では、北海道の各地域に応じた品種の選び方、圃場準備と播種、栽培・肥培管理、収穫・調製、ならびに輪作への導入効果について解説している。また「3. 使い方」では、イアコーンサイレージの飼料特性、乳牛への給与、肥育牛への給与、生産コスト、生産



図1. 「イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第2版」表紙

事例について示した。

### 3. 第2版での改訂ポイント

#### 1) 飼料用トウモロコシ収穫部位別の飼料名称

飼料用トウモロコシは、日本においては従来、もっぱらホールクロップサイレージとして利用されてきたが、海外の状況を見ると、その収穫部位に応じて多様な利用体系がある。その一つであるイアコーンサイレージの位置づけを「1. イアコーンサイレージとは？」において他と比較して示した（表1）。第1版においては、利用部位別の名称と栄養価（TDN含量）について、利用部位が子実と芯と皮であるイアコーンサイレージ、子実と芯のコーンコブミックス、および子実のみを利用するハイモイスターシェルドコーンの3種類を採り上げた。また、これらの栄養価の違いについては、国産イアコーンサイレージに関するデータが十分に蓄積されてなかったこともあり、海外の報告を引用した。

これに対して第2版では、イアコーンサイレージの特徴を、トウモロコシホールクロップサイレージ（生産現場では単に「デントコーン」と呼ばれることが多い）や高刈りホールクロップサイレージ（海外では「イアレージ」と呼ばれる）を含めた各利用体系と比較して示すとともに、各収穫対象別に用いる収穫機械とそれに取り付けるアタッチメントを示した。さらにTDN含量については、海外の報告ではなく、北海道で生産された飼料を実際に家畜に給与して全糞採取法で査定したデータを採り入れて示すこととした。

表1. 飼料用トウモロコシの収穫部位別一般名称と収穫機械、栄養価および対象家畜

種類 (名称)	収穫部位	収穫機械	TDN含量 (DM%)	対象 家畜
コーンサイレージ (デントコーン)	ホールクロップ	自走式ハーベスタ+ ロータリヘッド	65-70	牛
イアレージ	高刈りホールクロップ		70-75	牛
イアコーンサイレージ (イアレージ、 スナップレージ)	雌穂(芯、穂皮、子 実)、茎葉の一部	自走式ハーベスタ+ スナップヘッド	75-85	牛
本マニュアルはこれ！				
子実主体 コーンコブミックス (CCM)、 ハイモイスター コーン (HMEC)	子実、芯の一部	普通コンバイン+ スナップヘッド	85-90	牛、豚、 鶏
子実トウモロコシ(乾 燥子実)、ハイモイ スターシェルドコー ン (HMSC)	子実		90-94	牛、豚、 鶏

イアコーンサイレージは海外では「イアレージ」「スナップレージ」と呼ばれることが多い。コーンコブミックス (corn cob mix, CCM) は米国では high moisture ear corn と呼ばれる。イアコーンサイレージの TDN 含量は農研機構北海道農業研究センターにおける実測データに基づく（大下ら 2016b；多田ら 2017）。他の TDN 含量は農研機構（2010）、Aoki ら（2013）、大下ら（2016a）、甲田ら（2016）による。

#### 2) 畑作経営でのイアコーン導入に向けた情報

イアコーンサイレージの材料を収穫する際、利用されない茎葉は圃場に還元される。この点は、粗飼料の確保が優先される酪農経営においてイアコーンサイレージを導入する上で隘路となりやすい。第1版では、主に TMR センターが大規模な飼料用トウモロコシ圃場を効率よく運用してその一部をイアコーンサイレージ生産用に仕向けるケースを想定して栽培技術などに関するマニュアルを提示した。一方、飼料用トウモロコシの生産を畑作

経営が行うケースは従来からみられ、酪農家との交換耕作や酪農家から委託されて自家圃場に栽培するなど、耕畜連携が図られている。飼料用トウモロコシ栽培における労働生産性は、バレイショ、てん菜、大豆などより良好で、小麦並みであることが



図 2. スナッパヘッド装着自走式ハーベスタ（右）。左奥はホールクロップ収穫用アタッチメント（ロータリーヘッド）装着の自走式ハーベスタ

知られている。担い手不足により省力的な作物が求められる畑作経営では、輪作体系に飼料用トウモロコシを採り入れることで、輪作が小麦に偏重する、いわゆる過作が解消されて、収量低下や病虫害などの点で改善が図られることから、飼料用トウモロコシの導入に関心を持つ経営が少なくない。また、大規模畑作経営では、大型機械作業に伴う土壌の硬盤化が問題となっており、エアコーン収穫残さの圃場還元によって土壌の物理性が改善し、水はけがよくなるなどのメリットをもたらすことに期待が持たれている。緑肥と異なり、生産物を販売して収益増加につながることもあり、畑作サイドのエアコーン生産導入に対する要望が多く聞かれるようになり、事例も増えてきた。

そのような背景から第 2 版では、新たに飼料用トウモロコシの栽培に取り組む畑作経営に向けて、「2. エアコーンサイレージの作り方」に「輪作への導入」の節を追加した。エアコーン収穫は破碎処理機構の付いた自走式ハーベスタに、エア収穫専用のアタッチメント（スナッパヘッド）を装着して行う（図 2）。収穫時に茎葉部分はスナッパヘッド下部の回転刃によって切断され、圃場表面に残される。

この収穫残さを、ディスクハローなどを用いてすき込む（図 3）。第 2 版では、残さのすき込み後における畑土壌の物理性に関するデータを掲載し、エアコーン収穫残さのすき込み後には、残さ量が少ないホールクロップ収穫後のすき込み時に比べて、気相割合が増加することを定量的に示した（図 4）。このように、エアコーン残さすき込みによって土壌の団粒構造（単一の土壌粒子が集合した状態。適度な孔隙により空気や水の浸透・保持が良好



図 3. ディスクハローによるエアコーン収穫残さ処理の様子

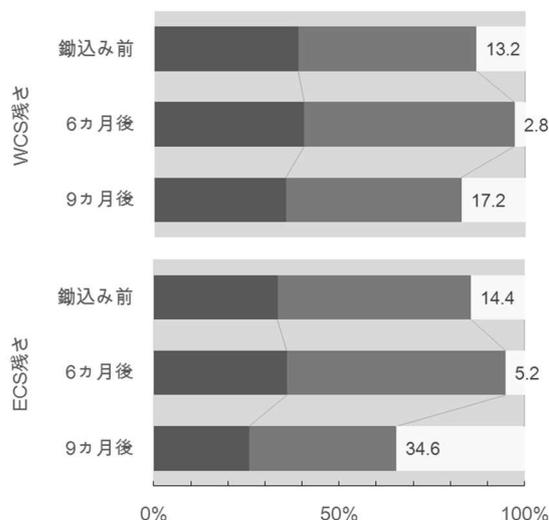


図 4. 収穫残さのディスクハロー処理後における土壌の三相分布（固相、液相、気相）の推移

深さ 12.5cm におけるデータ。WCS：ホールクロップサイレージ、ECS：エアコーンサイレージ。

になる。)の発達による排水性、保肥性の向上が期待できる。後作物に対しては標準施肥量を守ることを推奨している。すなわち、減肥は窒素飢餓（微生物による急激な有機物分解に伴う土壌中窒素の取り込みにより植物の利用できる窒素が不足する状態）による減収を招く恐れがあるが、増肥は必要ないことを指摘している。

### 3) イアコーンサイレージ飼料特性の実態

第1版では「イアコーンサイレージの使い方」として、発酵品質と保存性、栄養成分、反芻胃内での分解性といった飼料特性に関する情報を示した。今回の第2版では、道内5箇所ですべて3か年にわたり生産された110試料の分析結果に基づいて、発酵品質の実態を示した(図5)。また、そのうちTDN含量の実測に供した84試料のデータから、TDN含量の平均的な値とばらつきの程度を、主要な飼料成分とともに提示した(図6)。国産イアコーンサイレージの飼料特性の実態に関する初のデータを示したといえる。

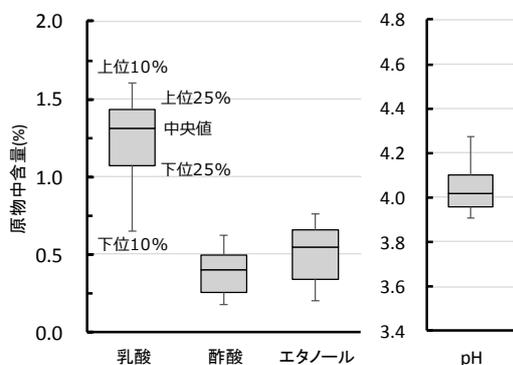


図5. イアコーンサイレージの発酵品質の分布状況

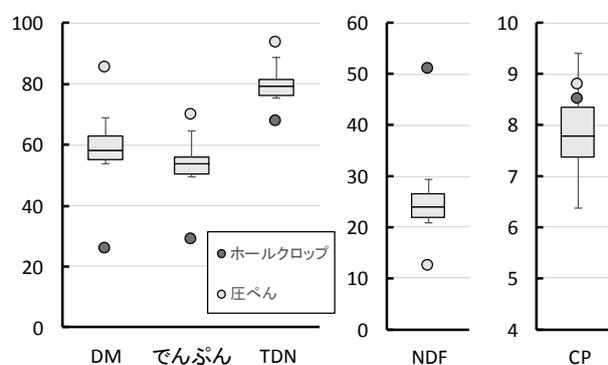


図6. イアコーンサイレージの主な飼料成分およびTDN含量の分布状況

### 4) 乳牛に対する給与効果

第1版の「使い方」の章では、泌乳牛に給与する場合の給与量について提示した。牧草サイレージ主体（乾物ベースで飼料全体の50%程度）の飼料メニューの場合、イアコーンサイレージは輸入トウモロコシの代替として同15%程度利用できることを示した。この量は、乾物摂取量が22kgの場合、乾物として3.3kgに相当する。粗飼料として牧草サイレージとトウモロコシホールクロップサイレージの両者を給与する場合には、ホールクロップサイレージ由来のデンプンがすでに多いことを考慮して給与量を抑えて、約2kg（乾物）のイアコーンサイレージを給与することも提示した。さらに、集約放牧時の併給飼料としても有望であり、その場合は1頭1日当たり約5kg（乾物）給与できるという情報も示した。

今回の第2版では、それらの情報に加えて、イアコーンサイレージと高蛋白質・高栄養価の早刈り牧草サイレージの組み合わせによって、脂肪補正乳量（4%）が33kgクラスの泌乳牛を飼料自給率がTDNベースで78%ときわめて高水準で飼養できることを示した。

また、輸入トウモロコシの一部または全量をイアコーンサイレージで代替することで（図7）、甘い香りに寄与するラクトン類（Urbach 1990；白土 2004）の乳中含量が高まるという効果についても採り上げた（図8、上田ら 2014）。イアコーンサイレージ給与によるラクトン類含量増加のメカニズムについては不明な点が残されているが、乾燥工程を経る輸入トウモロコシ子実と異なり、高水分のまま貯蔵することによるデンプンなどの成分の変化が一因と考えられる（上田ら 2014）。ラクトン類を多く含む牛乳は市場評価が高く（Keen 1998）、イアコーンサイレージを輸入穀類の代替として給与することで、生産した生乳の差別化につながる知見と期待される。なお、2017年になり、イアコーンサイレージを通年給与して生産された生乳に対して、集荷側が「産地指定取引」の対象として通常より高い乳価で買い取るという事例が現れている。

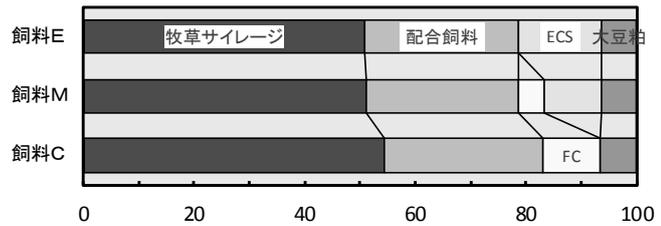


図7. イアコーンサイレージ（ECS）による圧ペン トウモロコシ（FC）代替飼料メニューの例

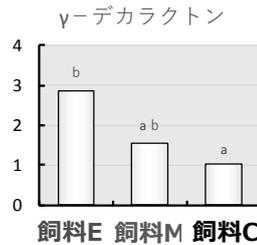


図8. イアコーンサイレージ（ECS）給与時の乳中ラクトン含量

図7の飼料を給与した際のγ-デカラクトン含量を内部標準に対する比率として示す。

（上田ら 2014）。ラクトン類を多く含む牛乳は市場評価が高く（Keen 1998）、イアコーンサイレージを輸入穀類の代替として給与することで、生産した生乳の差別化につながる知見と期待される。なお、2017年になり、イアコーンサイレージを通年給与して生産された生乳に対して、集荷側が「産地指定取引」の対象として通常より高い乳価で買い取るという事例が現れている。

### 5) 肉用牛肥育での利用

イアコーンサイレージは乳牛だけでなく肉用牛でも利用でき、とりわけ国産飼料を多給した牛肉生産による差別化、特徴ある牛肉生産を目指す生産者の関心が高まっている。

第2版では、乳用種肥育牛にイアコーンサイレージを給与して配合飼料を節減する飼料メニュー（図9）によって、肉質は慣行飼料による肥育時と同等ながら、増体成績が優れるというデータ（図10）を示した。肉用牛肥育におけるイアコーンサイレージの有用性がうかがえる。イアコーン

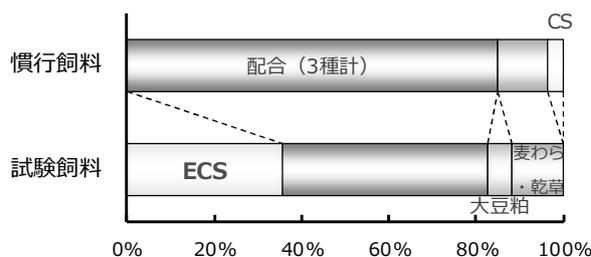


図9. 乳用種肥育におけるイアコーンサイレージ（ECS）給与メニューの例

CS：トウモロコシホールクロップサイレージ。

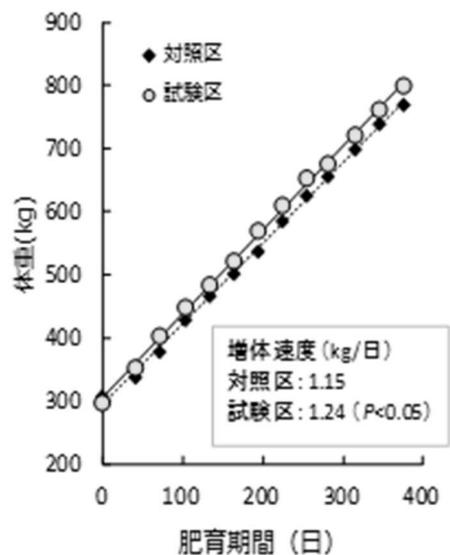


図10. 乳用種肥育におけるイアコーンサイレージ給与と体重の推移

図9の慣行飼料を給与した対照区と試験飼料を給与した試験区における成績。

サイレージの嗜好性は良好で、NDF 含量が 20 数%ということもあり、エネルギー源だけでなく適度な繊維を同時に摂取できるという特徴も指摘される。すなわち、濃厚飼料だけでなく、購入粗飼料の節減も期待できる。

イアコーンサイレージの給与によって作業時間が大きく延長するといったことはなく、イアコーンサイレージの新規導入は管理面で大きな負担にはならないことが農場レベルで確認されており、そのような管理上の特徴もマニュアル中で述べている。

#### 6) 生産コストの試算

第 2 版においては、TMR センターおよび畑作経営が生産するそれぞれの場合について、イアコーンサイレージの生産コスト試算結果を提示した。10a 当たり生産コストは、TMR センターおよび畑作経営でそれぞれ 36,316 円および 43,733 円であった。畑作経営では、収穫に用いる自走式ハーベスタを所有しないため、収穫作業を酪農サイドのコントラクターに委託する。その委託料などにより単位面積当たりコストは高かった。一方、10a 当たり原物収量はそれぞれ 1,539kg および 1,751kg と畑作経営の方が多く、原物 1kg 当たりでは 24 円および 25 円、乾物率（それぞれ 60%および 62%）を加味すると、10a 当たり乾物収量は TMR センターで 925kg、畑作経営の場合は 1,087kg と計算され、乾物 1kg 当たり生産コストはそれぞれ 39 円および 40 円と、両者間でほぼ等しいと試算された。TDN 含量を過去の実績の平均値に基づき 79%と仮定すると、TDN1kg 当たり生産コストはそれぞれ 50 円および 51 円となる。

畑作地帯は、酪農地帯に比べて一般的に圃場の条件が作物の栽培に適していることなどもあり、高収量が期待される。TMR センターによる場合と同様に、耕畜連携でもイアコーンサイレージの低コスト生産が可能と期待できる。生産コストの低減に向けて、①単位面積当たり収量の増加、②収穫面積の拡大、③機械の効率的な利用、がポイントであることも示している。

#### 4. おわりに

本マニュアル第 2 版は、農研機構ホームページから「農研機構ホーム>広報活動>刊行物のご紹介>北海道農業研究センター」で「技術紹介パンフレット：イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第 2 版」がダウンロードできる。

現在もさらに低コスト生産を目指した現地実証試験に取り組んでおり、将来的にその成果を反映させてマニュアルのブラッシュアップを図っていくこととしている。また、ハイモイスターシェルドコーン、コーンコブミックスといった子実主体サイレージの生産・利用技術についても現在研究を遂行中であり、研究成果を生産者向けマニュアルに反映させる予定である。これらの普及拡大を通じて、酪農・畜産経営、畑作経営、さらには消費者がいずれも Win-Win の関係になることが理想であり、そのために関係機関の協力をあおぎながら、研究をさらに推進していく計画である。

## 謝辞

本稿において紹介した「マニュアル第2版」の内容の一部は、農研機構生研センター「革新的技術開発・緊急展開事業（地域戦略プロ）」により実施した研究成果である。なお、筆者以外の「マニュアル第2版」の執筆者および協力機関は以下のとおりである（敬称略）。  
＜執筆者＞ホクレン・岩渕慶、道総研十勝農業試験場（現：同中央農業試験場）・山田洋文、道総研畜産試験場・渡部敢、農研機構北海道農業研究センター・根本英子、同・大下友子。  
＜協力機関＞北海道胆振農業改良普及センター東胆振支所、同十勝農業改良普及センター、道総研畜産試験場、同十勝農業試験場、（独）家畜改良センター十勝牧場、ホクレン農業協同組合連合会、北海道チクレン農業協同連合会、JA 帯広かわにし、JA けねべつ、JA とまこまい広域、（株）IHI スター、（株）共成レンテム、（有）ジェネシス美瑛、（株）スキット、パイオニアエコサイエンス（株）、（株）北海道クボタ、ヤンマーアグリジャパン（株）。

## 文献

- Aoki Y, Oshita T, Namekawa H, Nemoto E, Aoki M (2013) Effect of cutting height on the chemical composition, nutritional value and yield, fermentative quality and aerobic stability of corn silage and relationship with plant maturity at harvest. *Grassland Science* 59, 211-220.
- Keen AR (1998) Flavour compounds and their origin in dairy products. *Chemistry in New Zealand* 62, 5-13.
- 甲田洋子・国重享子・原悟志・小泉徹・南橋昭（2016）豚および鶏に対するとうもろこし子実主体サイレージの飼料特性．平成27年度北海道農業試験会議（成績会議）資料．農業・食品産業技術総合研究機構（2010）日本標準飼料成分表（2009年版）．中央畜産会、東京．
- 大下友子・青木康浩・根本英子・上田靖子・青木真理（2016a）トウモロコシ子実主体サイレージ（HMSC および CCM）の飼料成分組成、発酵品質および栄養価．*日本畜産学会報* 87、125–131.
- 大下友子・根本英子・青木康浩・上田靖子・青木真理（2016b）ハイモイスチャーシェルドコーンとイアコーンサイレージの飼料成分組成、栄養価および圃場収量の比較．*日本草地学会誌* 62、140–145.
- 白土英樹（2004）脱脂粉乳のフレーバー．*ミルクサイエンス* 53、175–181.
- 多田慎吾・青木康浩・大下友子（2017）ニューラルネットワークモデルによるイアコーンサイレージのTDN含量の推定．*日本畜産学会報* 88、25–30.
- 上田靖子・大下友子・青木康浩・根本英子・青木真理・西浦明子（2014）イアコーンサイレージ給与が乳牛の乳生産性と乳中揮発性成分に及ぼす影響．*日本畜産学会報* 85、301–307.
- Urbach G (1990) Effect of feed on flavor in dairy foods. *Journal of Dairy Science* 45, 223-229.

## 日本飼養標準（乳牛）改訂について

農研機構畜産研究部門

企画連携室企画連携室 永西 修

### はじめに

#### 1. 改訂の経緯

日本飼養標準は、乳牛、肉用牛、豚、家禽、めん羊および日本標準飼料成分表の6種類があり、乳牛では1965年に「わが国の乳牛飼養標準」が公表されて以来、改訂が行われ1974年、1987年、1994年、1999年および2006年版が刊行されています。2006年版では、a) 発育モデルを非妊娠発育モデルとして、妊娠による体重増加を発育モデルとは分離して示したこと、b) 体重120kgの育成牛のエネルギー要求量を $116.3\text{kcal}/\text{体重}^{0.75}$ に変更したこと、c) 泌乳初期牛の乾物摂取量の補正式を初産と2産以上に区分して示したこと、d) タンパク質給与システムを念頭に、飼料タンパク質の第一胃内分解性を分解性タンパク質から有効分解性タンパク質へ変更したこと、などについて改訂が行われました。しかし、2006年以降、畜産を取り巻く状況の大きな変化に対応して、日本飼養標準・乳牛の改訂に対する要望が高まってきました。そこで、家畜飼養標準検討会では、乳牛部会を設置し、学識経験の豊かな方々の協力を得ながら改訂内容について数回の検討会を開催し、日本飼養標準・乳牛2017年版を作成しました。

#### 2. 日本飼養標準・乳牛2017年版の主な改訂内容

##### 1) 日本飼養標準・乳牛2017年版の改訂方針

- (1) 2006年版以降に乳牛を用いて実施された国内の試験研究成果を調べ、育成期、移行期および泌乳期についてのエネルギー要求量に関する検討を行なう。
- (2) 協定研究などの乳牛の乾物摂取量（DMI）のデータを収集・解析して現行のDMI推定式の検証を行なう。さらに、DMI推定式が無かった出生後3ヵ月齢までの牛について、新たなDMI推定式の提示に取り組む。
- (3) 高泌乳牛の生産性や健全性の面で第一胃内発酵の安定は重要であるため、それに関する飼料設計や飼養管理の解説を充実させる。
- (4) 泌乳持続性の高い乳牛への改良が注目されているため、新たな章を設けて解説を充実させる。
- (5) 国産飼料資源の利用・拡大の観点から、国内で実施された飼料用米やイアコーン給与に関する飼料特性や給与技術の解説の充実を図る。
- (6) 本飼養標準で示した養分要求量の数値は、わが国の標準的な飼養条件で飼育されている乳牛の平均的な値とし、かつ安全率を見込まない最小必要量で示す。

##### 2) 日本飼養標準・乳牛2017年版の構成

日本飼養標準・乳牛（2006年版）では、1章に飼料設計の基本となる各栄養素の乳牛での意義や乾物摂取量の推定式、2章に栄養要求量、3章に水分要求量、4章に栄養要求量に影響する要因や飼養上注意すべき事項、5章に飼料給与上注意すべき事項、6章に群飼や給与飼料の養分変動、7章に飼養標準の使い方と注意すべき事項、8章に栄養要求量の算定式が記載されています（表1）。近年、泌乳平準化に対する関心が高まっていることから、2017年版では新たに6章に泌乳平準化の章を設けました。また、飼養標準の利便性を高めるために、参考文献を各章の後ろに配置するとともに、索引を新たに設けました。

**表1. 日本飼養標準・乳牛の2006年版と2017年版の章構成**

	2006年版		2017年版
序章	飼養標準改訂の基本方針および本飼養標準の構成	序章	飼養標準改訂の基本方針および本飼養標準の構成
1章	栄養素の単位と要求量	1章	栄養素の単位と要求量
2章	養分要求量（Ⅰ）	2章	養分要求量（Ⅰ）
3章	養分要求量（Ⅱ）	3章	養分要求量（Ⅱ）
4章	養分要求量に影響する要因と飼養上注意すべき事項	4章	養分要求量に影響する要因と飼養上注意すべき事項
5章	飼料給与上注意すべき事項	5章	飼料給与上注意すべき事項
6章	群飼と給与飼料中の養分変動	6章	泌乳曲線の平準化
7章	飼養標準の使い方と注意すべき事項	7章	群飼と給与飼料中の養分変動
8章	養分要求量の算定式	8章	飼養標準の使い方と注意すべき事項
9章	参考文献	9章	養分要求量の算定式
参考資料1	種雄牛の飼養と発育曲線	参考資料1	種雄牛の飼養と発育曲線
	種雄牛の発育曲線		種雄牛の発育曲線
	種雄牛の飼養法		種雄牛の飼養法
参考資料2	飼料成分表（2001年版）	参考資料2	飼料成分表（2009年版）

### 3) 乾物摂取量の推定式

飼料設計した飼料を乳牛が実際に食い込めるかを把握することは、給与飼料の実用性の点からも重要です。そのため、日本飼養標準・乳牛には泌乳牛、育成牛および乾乳牛で乾物摂取量（DMI）の推定式が記載されています。その中で、泌乳初期の乳牛では泌乳量の増加に伴い養分要求量が増加するものの、それを充足できる飼料を摂取できないため、DMI推定の補正式が設けられています。

初産牛の推定DMI（kg/日）は、 $1.9120 + 0.07031 \times \text{体重} 0.75 \text{ (kg)} + 0.34923 \times 4\% \text{脂肪補正乳量 (kg/日)}$  で求め、分娩後10週齢までの泌乳初期の補正式は、 $1.0 - 0.3531 \times \text{EXP}(-0.3247 \times \text{週齢})$  を用います。今回、新たに収集した分娩後の初産牛のDMIデータを用いて2006年版のDMI推定式と補正係数の検証を行いました。その結果、2006年版の補正式では分娩後3週齢までのDMI推定値が実際のDMIよりも高く算定されることから

(図1)、初産牛の分娩後10週齢までのDMIの補正係数を  $0.6446 \times (\text{分娩後週齢})^{0.1752}$  に変更しました。一方、経産牛や乾乳牛のDMIを新たに収集したデータを用いて2006年版の推定式で検証しましたが改訂の必要は認められませんでした。

また、2006年版では3カ月齢以降の育成牛のDMI推定式が掲載されていますが、2017年版では離乳前のカーフスターターの摂取量、離乳後から3カ月齢までのDMI推定式を第4章で新たに提示しました。なお、新たに提案したDMI推定式は離乳目標を6週齢とした早期離乳の子牛のデータを関東東海北陸地域において収集・解析して作成されたものです。乳用子牛の早期離乳技術は収益性改善の点からも酪農家に浸透しているため、離乳前後の子牛のDMIの指標として用いることが可能です。なお、新たに提案した離乳後から3カ月齢までの育成牛のDMI推定式は以下の通りです。

$$\text{DMI (kg/日)} = -0.154 + 0.187 \times \text{体重 (kg)} + 0.231 \times \text{増体量 (kg/日)} + 0.123 \times \text{離乳後週 (週)}$$

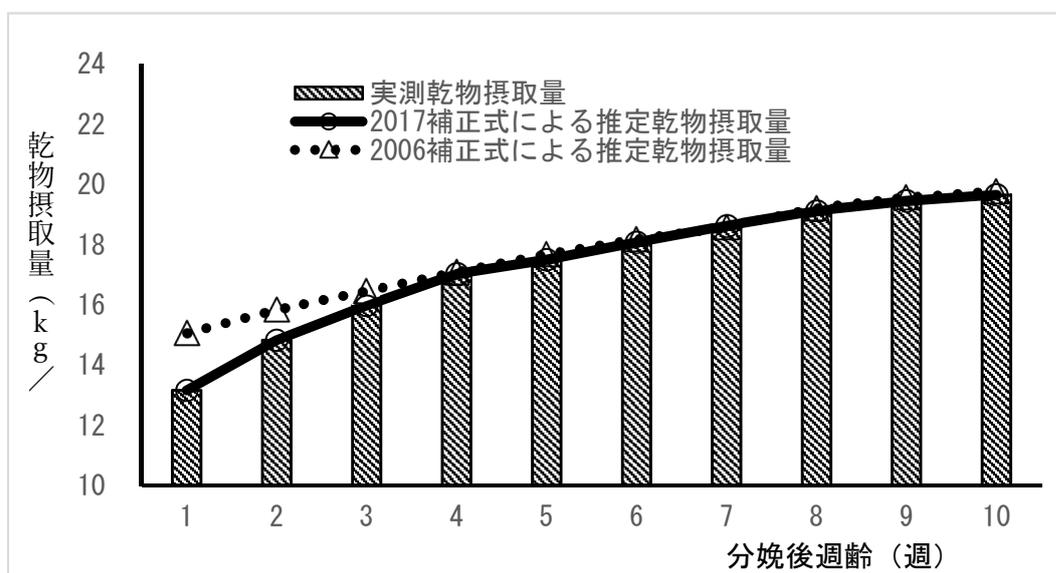


図1 初産牛の泌乳初期の乾物摂取量の実測値、2006補正推定乾物摂取量および2017補正推定乾物摂取量

#### 4) 泌乳平準化

乳牛の乳量は育種改良や飼養管理技術の進展に伴い大きく増加してきました。高泌乳牛での泌乳前期での乳生産に要する栄養要求量は、飼料より摂取される栄養供給量より多いために負のエネルギーバランスとなり、代謝障害の発生や繁殖性の低下の一因と考えられています。そのため、ピーク乳量をも高めるよりも乳量を持続させる「泌乳曲線の平準化」への関心が高まり、泌乳持続性が乳牛の育種改良の重点目標の一つとして設定されています。

本飼養標準では、酪農経営での泌乳持続性の改良が長命性、あるいは乳房炎の発生抑制に寄与することに触れています。また、現在の高能力牛では、高泌乳化によりDMIが多くなる一方で、飼料の消化率が低下し飼料効率の改善効果が打ち消されるため、平準化すること

で泌乳中後期乳量の改善に繋がるという優位性が記載されています。また、分娩間隔と乾乳期間との関係では、泌乳持続性の高い乳牛で分娩間隔の延長が生じても搾乳期間を延長することが可能であり、乳生産が無い乾乳期の延長による経済的デメリットが小さいことを説明しています。このように、泌乳持続性の高い乳牛への改良は、飼料の利用性、健全性、収益性などの面で有用であることに触れています。

#### 5) 第一胃内発酵安定のための飼料給与

高泌乳牛群の飼養管理や長命連産性にとって第一胃内発酵の安定は重要な課題であることから解説を充実させました。具体的には、恒常性維持機能の活性化する飼料中物理的有効繊維の確保、第一胃内微生物相を安定させるために非繊維性炭水化物の供給速度を考慮した飼料設計が基本であるほか、第一胃内の細菌叢は飼料の種類や構成に応じて変化しているため、細菌叢が不安定となる飼料の急変を避け、菌叢構造の改善に繋がるよう飼料の変更を緩やかに行うことが不可欠であることが示されています。

#### 6) 飼料資源

近年、国産濃厚飼料として飼料用米とイネコーンが注目され、生産・給与マニュアルが刊行されています。飼養標準にもこれらの情報を取り入れ、泌乳牛に飼料用米を給与する場合での加工処理や飼料への混合比率に関する情報を記載しました。さらに、イネコーンサイレージでの可消化養分総量や圧ペントウモロコシの代替として利用できることを記載しています。一方、食品製造副産物の乳牛への給与に関しては多くの研究が実施されていますが、飼料設計に必要な粗タンパク質の第一胃内分解性の情報を追加いたしました。さらに、乳牛への給与データが蓄積している焼酎粕に関する情報を追加しました。2006年版では飼料用イネサイレージの乳牛の給与を記載していますが、近年、注目されている子実割合が極めて低い高糖分の飼料用イネ品種「たちすずか」（2010年）、「たちあやか」（2012年）などの飼料特性や給与指標を記載しました。

#### 7) 畜産環境問題の解説の充実

酪農経営においては経営規模の拡大や泌乳能力の向上に伴い、家畜ふん尿による環境負荷が大きな問題となっています。日本飼養標準・乳牛ではふん尿の貯留施設容量や環境負荷

**表 2. 乳牛のふん尿量および窒素排せつ量（試験研究機関の消化試験データを解析結果）**

年版	供試頭数 (頭)	体重 (kg)	乳量 (kg/日)	乾物 摂取量 (kg/日)	ふん尿量(原物)			窒素出納				
					ふん (kg/日)	尿 (kg/日)	計 (kg/日)	摂取 窒素 (g/日)	ふん 窒素 (g/日)	尿 窒素 (g/日)	乳 窒素 (g/日)	蓄積 窒素 (g/日)
2006	137	539	23.7	15.8	36.8	14.3	51.1	414	147	85	111	71
2017	188	564	30.7	20.5	45.4	15.1	60.5	519	176	175	153	15

量の算定基礎となる乳牛のふん尿量および窒素排せつ量に関するデータを掲載しています。

2017 年版では最近の乳牛のふん尿量および窒素排せつ量に関するデータを収集・解析し初産牛の変更を行いました。

#### 8) その他

2006 年版では水溶性ビタミンはビタミンKとビタミンB群のみの記載であったが、2017 年版では、チアミン、リボフラビン、ビタミンB<sub>6</sub>、ナイアシン、パントテン酸、葉酸、ビオチン、ビタミンB<sub>12</sub>に分けて記載を充実させました。近年、酪農家への導入が進んでいる搾乳ロボットの飼養管理について記載したほか、代謝・栄養障害の節では、生産現場において重要な乳房炎に関する情報を記載しました。その他の章・節においても、最新の文献情報に置き換え、全体的な見直しを図りました。

添付のCD-ROM（養分要求量・飼料診断プログラム）は、Windows7、8 および 10 での利用が可能となるようにプログラムの更新を行いました。

### 3. おわりに

日本飼養標準はわが国の産業構造、社会状況、飼料資源、気象・環境条件などで実施された家畜や家禽の飼養試験結果を基に作成されたものです。飼養標準を作成している国は多くありますが、各国固有の飼養条件下で家畜や家禽が飼育されているため、飼養標準の共通化を図ることが難しいためです。また、飼養標準は多くの方に読んでもらうために、基礎的から先進技術といった幅広い内容になっており、分かり易さにも努めています。そのため、わが国の畜産業の実状に最も適した飼料給与指標であるとともに、研究や教育の場でも役立つ内容であると言えます。

### 4. 参考文献

農業・食品産業技術総合研究機構編：日本飼養標準・乳牛（2006 年版）、中央畜産会、東京（2007）

農研機構北海道農業研究センター：イアコーンサイレージ生産・利用技術マニュアル第 2 版  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/files/earcornmanual\\_ver2.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/files/earcornmanual_ver2.pdf) 2017 年 11 月 6 日確認

農研機構：飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016 年版>  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/files/ricm2016.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/files/ricm2016.pdf)  
2017 年 11 月 6 日確認

平成29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  
企画管理部 那須企画管理室 企画連携チーム  
Tel. 0287-37-7005 Fax. 0287-36-6629  
〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768 番地

発行日 平成29年12月4日  
印刷所 株式会社 近代工房 Tel. 0287-29-2223

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。