

令和3年度 自給飼料利用研究会  
子実用トウモロコシを中心とする  
自給飼料の生産利用拡大に向けた新技術



令和3年12月3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。

## 開催趣旨

本年5月に農林水産省により策定された「みどりの食料システム戦略」では、高い生産性と両立する持続的な食料生産体系への転換が目指されている。畜産においても、持続的な畜産物生産への転換が求められており、その実現のため環境負荷を低減させる具体的取組として、子実用トウモロコシ等の生産拡大や耐暑性・耐湿性等の高い飼料作物品種の開発による自給飼料の生産拡大が挙げられている。こうした情勢を鑑み、本研究会では、子実用トウモロコシを中心とする自給飼料の生産利用の拡大に向けた技術開発等の最新の情報について情報交換を行う。

### 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

自給飼料の生産性向上研究開発プラットフォーム

### 日 時

令和3年12月3日（金） 13:00～17:15

### 場 所

TeamsによるWeb会議

### 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

開 会	13:00
挨拶	13:00-13:10 農研機構畜産研究部門 所長 高橋 清也
	(座長：農研機構畜産研究部門 畜産飼料作研究領域長 野中 和久)
基調講演	
国産濃厚飼料等の地域産飼料資源の活用 (山形大学における取り組みを中心として)	13:10-13:50 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター エコ農業部門長 (高坂農場長) 浦川 修司
行政報告	
「みどりの食料システム戦略」と自給飼料生産拡大の推進	13:50-14:20 農林水産省畜産局飼料課飼料生産計画班 課長補佐 藤岡 康恵
研究・技術紹介	
飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状	14:20-14:50 農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域 飼料作物育種グループ長 間野 吉郎
子実用トウモロコシの収穫調製技術の開発方向	14:50-15:20 農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域 領域長補佐 河本 英憲
休憩	15:20-15:30
水田輪作における子実用トウモロコシの活用	15:30-16:00 農研機構東北農業研究センター緩傾斜畑作研究領域 生産力増強グループ長補佐 宮路 広武
農研機構の重点普及成果情報等の最新技術紹介	
(1) フェストロリウム品種「那系1号」の特性と現地栽培試験	16:00-16:15 農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域 飼料作物育種グループ上級研究員 内山 和宏
(2) 周年親子放牧技術	16:15-16:30 農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域 省力肉牛生産グループ長 中尾 誠司
(3) 粃米サイレージ調製の高エネルギー化技術	16:30-16:45 農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域 領域長補佐 河本 英憲
総合討論	16:45-17:15
閉 会	17:15

# 目次

1	基調講演		
	国産濃厚飼料等の地域産飼料資源の活用	・・・・・・・・・・・・・・・・	1
	(山形大学における取り組みを中心として)		
	山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター		浦川 修司
2	行政報告		
	「みどりの食料システム戦略」と自給飼料生産拡大の推進	・・・・・・・・・・・・・・・・	10
	農林水産省畜産局飼料課飼料生産計画班		藤岡 康恵
3	研究・技術紹介		
	飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状	・・・・・・・・・・・・・・・・	21
	農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域		
	飼料作物育種グループ		間野 吉郎
	子実用トウモロコシの収穫調製技術の開発方向	・・・・・・・・・・・・・・・・	29
	農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域		河本 英憲
	水田輪作における子実用トウモロコシの活用	・・・・・・・・・・・・・・・・	39
	農研機構東北農業研究センター緩傾斜畑作研究領域		
	生産力増強グループ		宮路 広武
	農研機構の重点普及成果情報等の最新技術紹介		
	(1)フェストロリウム品種「那系1号」の特性と現地栽培試験	・・・・・・・・・・・・・・・・	50
	農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域		
	飼料作物育種グループ		内山 和宏
	(2)周年親子放牧技術	・・・・・・・・・・・・・・・・	55
	農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域		
	省力肉牛生産グループ		中尾 誠司
	(3)粃米サイレージ調製の高効率化技術	・・・・・・・・・・・・・・・・	62
	農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域		河本 英憲



# 1 基調講演

国産濃厚飼料等の地域産飼料資源の活用  
(山形大学における取り組みを中心として)

山形大学農学部附属  
やまがたフィールド科学センター

浦川 修司





## 国産濃厚飼料等の地域産飼料資源の活用 －山形大学における取り組みを中心として－

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター  
高坂農場長 浦川 修司

### はじめに

配合飼料価格が再び高騰し、畜産経営を大きく圧迫しつつある。その要因はトウモロコシなどの飼料用穀物の相場上昇にあり、特にトウモロコシ価格は、南米産地での長雨による作付けの遅れと、その後の乾燥による作柄悪化、さらに、中国の旺盛な需要によるトウモロコシの大量買い付けなどに起因するものである。今後、産地の天候の状況や中国や新興国の需要動向等に影響を受けながらも、トウモロコシ価格は堅調に推移すると見込まれている。このように、飼料穀物価格の高騰は、一度は収まっても再び起きる問題であり、世界的な異常気象の常態化や中国や新興国の畜産需要の増加によって、今後とも頻繁に起こり得る問題である。そのため、飼料用穀物を含めた自給飼料の調達構造の転換を図ることは急務である。

一方、主食用米の需要は毎年 10 万 t 程度の減少が続き、令和元年産までの民間在庫（出荷＋販売段階）が例年よりもかなり高い水準で推移し、人口減などによる消費の減少に加え、特に新型コロナウイルス禍による業務需要の低迷も重なって、2021 年産米の概算金・買い取り価格は全国で大幅に低下している。このような状況において、2021 年産米については、最大規模の転作拡大に取り組んだものの、米価が下落し、さらに 2022 年産でも強化されるとなると、稲作経営への失望感は一層大きくなる。

このように飼料価格の高騰や米をめぐる現状を踏まえ、水田転作施策の一つとして推進されてきた都府県の自給飼料生産において、日本でも有数の稲作地帯であり、銘柄豚（庄内豚）の生産地帯でもある山形県庄内地域において、山形大学が地域と連携しながら推進している畜産を基軸とした持続可能な循環型農村経済圏（以下、スマート・テロワール）構想について紹介するとともに、その構想の中で、特に持続的な畜産物生産のための飼料用穀物（子実用トウモロコシや飼料用米）の生産や、コムギの製粉副産物であるふすま等の地域産飼料資源の調達に向けた取り組みの概要を紹介する。

### 1. スマート・テロワール構想の概略

山形大学では 2016 年度から寄附講座として「庄内スマート・テロワール」形成講座を設置し、庄内地域にスマート・テロワールを構築するため取り組みを行っている。スマート・テロワールとは、カルビー株式会社元会長の故松尾雅彦氏が提唱した構想であり、特に山形大学では地域の風土と農畜産物の生産および加工、さらに消費までを共有するユニットであり、地域独自の特色のある循環型農村経済圏と定義している。具体的な取り組みとしては、地域の風土を活かしながら耕種農家と畜産農家の連携によって、農畜産物を生産し（耕畜連携）、農業者と加工業者の連携によって生産した農畜産物を原料とした加工食品を製造する（農工連携）。さらに加工業者と地域の小売店が連携して（工商連携）、地域の消費者が望む加工食品を地域の消費者に提供する（地消地産）。このよ

うに、本プロジェクトでは、地域の中小規模経営体（農畜産業、加工業、小売業）が連携し、輸入食料に依存した大量生産・大量消費の経済システムから脱却し、ステークホルダーの協働活動によって、地域住民の消費をベースとした食と農に関する経済を地域内で循環・完結させ、“豊かで持続可能な循環型農村経済圏”を構築することを目的としている。本構想の背景にあるのが、食料自給率の低迷と高齢化と担い手不足によって崩壊の危機にある農村の現状である。そして、その解決策の一つが、飽和状態にある主食用米を中心とした水田農業から脱却し、地域をゾーニングして耕作放棄地や余剰水田を永久畑地化し、需要が伸びている加工用穀物（コムギやダイズ等）や飼料用穀物（飼料用米や子実用トウモロコシ）への転換を図ることにある。そして、スマート・テロワール構想では、その循環の要となるのが畜産業と位置付けている。

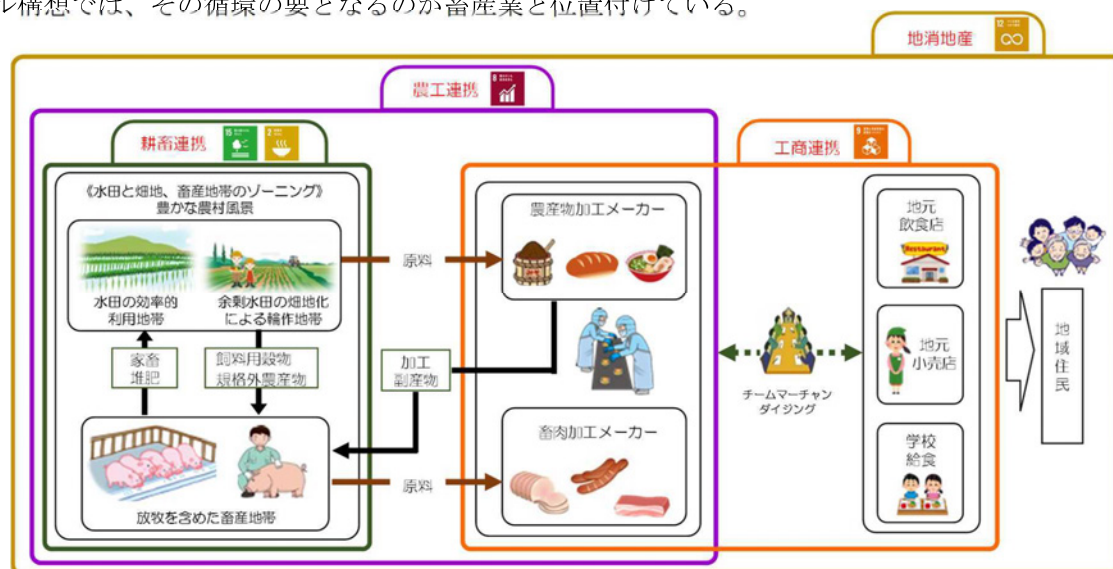


図1. 持続可能な循環型農村経済圏(スマート・テロワール)構想の全体イメージ

### 1) スマート・テロワール構想における畑輪作体系

スマート・テロワール構想においては、稲作の条件不利地である中山間地帯の余剰水田を中心に、その畦畔を取り除き、緩やかな傾斜のある畑地として整備し（永久畑地化）、輪作体系で畑作穀物を生産する。輪作に組入れる加工用穀物としては、需要が高まりつつあるムギやダイズなどの畑作穀物が主な作物になる。特にコムギについては国内で消費される小麦粉のうち、国産コムギの占める割合は10%程度と極めて低いが、近年のパン食の増加や消費者の国産志向の高まりから、国産コムギ（地域産コムギ）に対する需要は高まりつつあり、「食料・農業・農村基本計画（令和2年）」では、コムギの生産努力目標を10年後に108万t（平成30年：76万t）に増産する目標が示されている。コムギ生産は北海道では輪作体系を支える基幹作物であるが、都府県では水田作における転作や裏作物であり、東北地域でも地域産コムギの需要は高まりつつあるが、単収は都府県平均を下回っている（東北地域における麦をめぐる事情（令和2年））。そこで、コムギについては、東北日本海側地域の厳しい栽培環境条件に対応し、加工適性の優れた品種の育成と、地域に適した輪作体系を構築し、高品質多収栽培技術を確認する必要がある。また、水田転作物として導入されてきたダイズは、連作によって収量が低下しつつあるだけでなく、農地が荒廃しつつある地

域も見受けられる。そこで、畑作穀物の輪作作物として欠かせないのがトウモロコシ（子実用トウモロコシ）である。山形県庄内地域で実証実験を行ってきた輪作体系は、子実用トウモロコシ—コムギ—ダイズ—バレイショであったが、庄内地域の気象条件や土壌条件、作業条件等を考慮した結果、2021年度からはバレイショに替わってソバ等の導入を検討している。

## 2. 畑輪作体系における子実用トウモロコシの位置づけ

北海道の子実用トウモロコシ栽培農家を対象としたアンケート調査において、その導入理由は「新たな輪作作物としての位置づけ」、「伸根性による水田土壌の水捌け改善」、「茎葉部の有機物の還元による緑肥効果」が上位に挙げられており、一方、労働生産性の高い作物であるものの、「他作物より高収益」であるとの回答はなかったと報告されている（荒木 2019）。つまり、子実用トウモロコシに期待しているのは、単作における収益よりも、土壌改善効果等による後作物の収益性にあり、輪作体系全体を通した収益の向上が目的である。

### 1) 子実用トウモロコシ導入による土壌改善効果

2017年度の実証試験において、トウモロコシ用リールヘッダを装着した普通型コンバイン（写真1）で収穫した場合の有機物の還元量を調査した結果では、夾雑部を合わせた全乾物回収量 770kg/10a（内子実 763.4kg/10a）に対して、刈高さ 65cm 程度で刈取った場合のトウモロコシの地上部由来の残渣（有機物）は乾物で 977kg/10a（地上部植物体全体の約 56%）になり、地上部だけで約 1t/10a の有機物が圃場へ還元されることになる（表1）。さらに、トウモロコシの根は登熟期には深さ、幅ともに約 2m の範囲に広がっており（橋爪 2014）、トウモロコシを作付けることで、有機物の還元と深耕の両面から土壌物理性の改善効果が期待できる。



写真1. 子実用トウモロコシの収穫作業(2017)

表1. 普通型コンバインで収穫した子実用トウモロコシの回収物の内訳と地上部残渣由来の還元物の内訳

項目	刈高さ (cm)	回収物の内訳(kg/10a)				圃場還元物の内訳(kg/10a)				合計重量 (kg/10a)
		子実	茎葉	穂芯	小計	子実	茎葉	穂芯	小計	
現物重量		987.6	16.6	1.2	1005.3	26.2	2799.5	111.0	2936.8	3942.1
乾物重量	65.1	763.4	6.4	0.6	770.4	20.7	895.7	60.9	977.3	1747.7
					(44.1%)				(55.9%)	

注) 圃場還元物の内訳は刈り株残渣(刈高:65.1cm)と脱穀部に搬入されなかった植物体残渣、排わら処理部からの排出残渣の合計値である。  
( )内の数値は乾物合計重量に対する回収物および圃場還元物の乾物割合を示す。

子実用トウモロコシ—コムギ—ダイズ—バレイショを用いた4年間の輪作体系のベンチスケール試験の結果では、家畜堆肥や収穫後の作物残渣等の有機物の還元によって、土壌中の総細菌数（土壌微生物指標）や窒素循環活性、物理性（排水性）が向上し、作物収量や品質の向上効果が認められた。特に、子実用トウモロコシを導入した輪作4年目には、土壌中の総細菌数が初年度の5.4倍に増加し、土壌改善効果によってバレイショ収量は約20%増収し、規格品率も約40%向上した。また、コムギについても、特にトウモロコシの導入と畑輪作によって土壌排水性等の改善に

よって約 30%増収した。以上のように、輪作体系への子実用トウモロコシの導入効果を土壌の化学性、物理性、生物性の面から解明し、さらに、後作物の収量面と品質面への効果を詳細な具体的なデータを基に提示することが、子実用トウモロコシの生産拡大につながる。

## 2) 子実用トウモロコシ単作の収益性

子実用トウモロコシ単作に大きな収益性は求められていないものの、収益性の向上は子実用トウモロコシの生産拡大にとって重要な課題である。2017年度から2021年度に山形県庄内地域において、子実用トウモロコシを実規模で栽培した実証実験（8地点）の平均反収は、乾燥後の製品実重量で 640kg であった。普及センターが実施した調査データや当該地域のダイズ生産に係る経費等を参考に、子実用トウモロコシの生産費を試算すると、含水率 14%換算の製品単価は 76 円/kg になる（表 2）。

表2. 山形県庄内地域で栽培した子実用トウモロコシの生産費の試算事例

項 目	10当たり 金額(円)	製品1kg当たり金額(円)		備 考
		反収650kg	反収850kg	
資材費	23,672	35.4	27.5	
種子	4,700	7.2	5.5	
肥料農薬	17,772	27.3	20.9	
その他資材	1,200	0.8	1.0	
機械費	9,900	15.2	11.6	
栽培管理用	7,100	10.9	8.4	(トウモロコシ10、大豆20、小麦10)
収穫運搬用	2,200	3.4	2.6	(トウモロコシ10、大豆20)
乾燥調製用	600	0.9	0.7	(トウモロコシ10、大豆20、小麦10)
燃料費	4,400	18.4	22.3	
栽培管理用	1,200	1.8	1.4	
収穫運搬用	800	1.2	0.9	
乾燥調製用	2,400	15.3	20.0	灯油、電気代
労働費	3,885	7.2	7.9	
栽培管理	1,785	2.7	2.1	1.7時間
収穫運搬	1,575	1.0	1.3	1.5時間
乾燥調製	525	3.4	4.5	0.5時間(張込みと排出)
合計金額	41,857	76.1	69.3	

注)2017年度産の調査データやダイズ生産組合の試算、統計データを基に算出した値である。

反収 650kg は 5 年間の平均値であり、850kg は当面の目標反収である。

子実用トウモロコシの低コスト生産には反収の向上が重要である。当該地域においてはトウモロコシの播種時期は水稻移植時期と競合する関係から、水稻移植後の播種（6月）が多く、播種時期の遅れが低収になっている要因でもあるが、普通畑での栽培ではあるものの、反収で 852kg を確保した圃場もあり、排水対策等の乾田化や栽培技術、多収品種の導入等によって、反収 850kg 程度は達成可能な収量と考えている。そこで同条件で反収を 650kg から 850kg まで増収させた場合の生産費を試算すると、69 円/kg に下げることができる。但し、乾燥調製経費は生産物に掛かる経費であることから、反収を上げれば乾燥経費も増加する。そのため、農研機構東北農業研究センターで開発したフレコンラップ法の導入や農研機構畜産研究部門が中心となって開発を進めている高水分トウモロコシ子実の保管技術等に期待したい。

### 3) 品種の選定

子実用トウモロコシの収益性の向上には多収品種の導入が必要である。日本国内において子実用トウモロコシ専用の品種は市販されていないことから、子実用トウモロコシ栽培にあたっては、ホールクロープサイレージ用として流通している品種の中から選定することになる。品種選定にあたっては多収であるとともに、機械収穫における損失が少ないことが不可欠である。圃場からの損失率は倒伏と折損が大きく関係することから、耐倒伏性や折損抵抗性の高い品種を選定する必要がある。さらに、ホールクロープ利用よりも在圃期間が長くなることから、かび毒に汚染されるリスクが高まるため、赤かび病の抵抗性品種を選定することも重要である。

2021 年度に実施した 13 品種 (RM90-115) の品種比較試験の結果を基に、横軸に倒伏・折損程度、縦軸に赤かび病罹病程度をとり、円の大きさを子実乾物収量を示し、各品種の特性を表現した (図 2)。単年度の結果ではあるものの、多収品種 (坪刈り収量 1,300kg/10a 程度) の中には、倒伏し易い品種や赤かび病に罹病し易い品種もあり、今後、データを蓄積して収量性、機械損失率 (耐倒伏性や折損抵抗性)、安全性 (赤かび病抵抗性) などを総合的に判断して評価をする必要がある。また、各品種のかび毒濃度にも品種間に差があり (図 3)、赤かび病の罹病程度とかび毒濃度との関係を解析するとともに、各地域に適した有望品種を迅速に選定できるように、農研機構が中心となって地域のデータを集約し、各地域に適した品種情報を提供する体制を整えていただくことに期待したい。なお、山形大学ではトウモロコシ子実の流通にあたって、大学内にかび毒分析装置を整備し、生産現場からの要望に応じて、かび毒の分析業務を行う計画である。

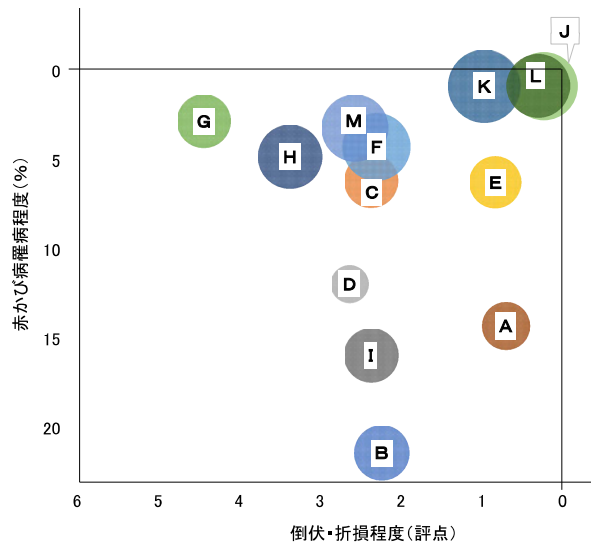


図2. 子実用トウモロコシの特性の比較 (2021 年)  
 注) 罹病程度は雌穂の全体の面性に占める病斑の面積割合  
 倒伏・折損程度は各項目の 5 段階評価に重みを付けて数値化  
 円の大きさは子実の乾物収量を示す。

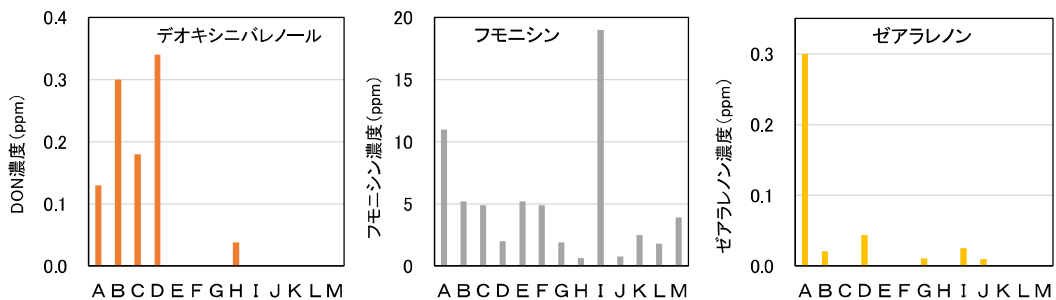


図3. 完熟期に収穫したトウモロコシ子実の主なかび毒の濃度の比較 (2021 年)  
 注) 収穫した子実の水分は 26-28% の範囲である。

### 4) 乾燥調製

収穫したトウモロコシ子実は、広域流通に適した調製方法として乾燥調製が一般的に行われて

いる。乾燥機には米麦の他にダイズやソバの乾燥を行うことができる汎用型循環乾燥機が用いられるが、現時点では汎用型乾燥機に搭載されている水分計にトウモロコシ子実の水分を推定するための検量線は組込まれていない。そこで、株式会社山本製作所とともに、汎用型乾燥機に搭載する水分計にトウモロコシ子実の水分を推定するための検量線の策定を行っている。

2020年度に策定した検量線で推定した水分（乾燥機の表示水分）と実際の水分（絶乾法による水分）の関係については、水分25%以上では表示水分が実際の水分より高く表示され、逆に25%以下では低く表示される傾向があった。特に低い水分域において、実際の水分が乾燥機の表示水分より高い場合、設定した水分より高い状態で乾燥機が停止してしまうことから、その後の保管時のリスクが高まることになる。そのため2021年度に検量線の改良を行った結果、張込み直後から仕上がり水分までの水分域での誤差は1%以内に収まった（図4）。また、表示水分を実際の水分よりやや高めに推定するように設定したことから、仕上がり時の実際の水分が高いために生じる保管後の品質へのリスクが軽減されると考える。

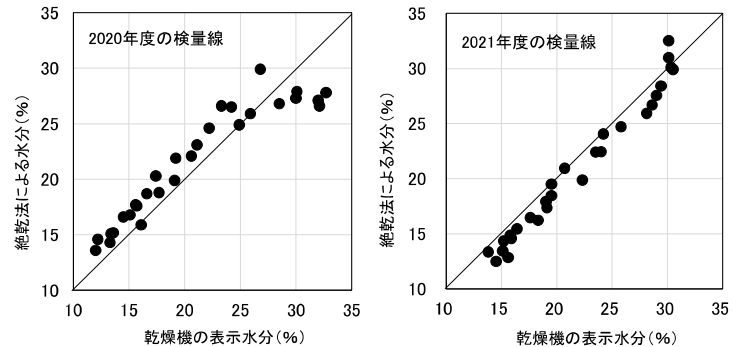


図4. 汎用型乾燥機に搭載されている水分計の推定精度

注) 汎用型乾燥機は HD40AM2ある。

絶乾法は粉碎後の試料を 135℃2 時間乾燥させた後の水分である。

乾燥調製経費は多収栽培や規模拡大によって削減はできないものの、乾燥機に張込んだ後は、乾燥終了後の排出までの間に作業を必要としない。また、多収にともなって1日の処理量を増やすためには、乾燥機の稼働率（回転率）を上げることも必要になってくる。今後、乾燥機の熱風温度や風量と乾燥速度および燃費（灯油代、電気代）との関係を調査し、ユーザの要望にあった乾燥条件を提示することも必要である。

### ③保管時の安全性

乾燥後のトウモロコシ子実は、フレコン等に詰込んで保管するが、冷温倉庫での保管では多大な経費が必要になることから、常温倉庫で保管することになる。簡易テント倉庫に保管した場合の穀物温度は、収穫翌年の7月になると徐々に上昇し、8月上旬には37℃以上に達した（図5）。但し、かび毒の一つであるDONは検出されず、フモニシンについても基準値以下であった。しかし、7月中旬

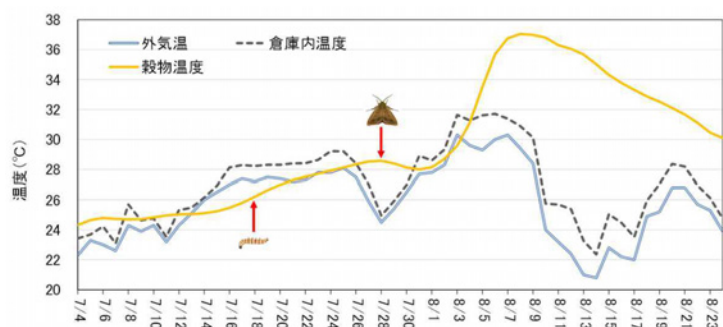


図5. トウモロコシ子実の保管時の穀物温度の変化

注) 簡易テント倉庫内で1t用のフレコンバックに2020年10月8日から保管した。保管開始時のトウモロコシ子実の水分は約14%である。

からメイガの幼虫が確認され、7月下旬になると成虫が多発したことから、翌年のトウモロコシの収穫までの1年間の長期保管のためには、かびの発生を抑制するとともに、貯蔵害虫の発生を抑制することも重要である。

#### 4. 地域肥料資源を活用した飼料用穀物生産

「みどりの食料システム戦略」においては、2050年までに輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減することを目指しており、家畜堆肥の活用は当然のことながら、他の地域肥料資源の探索と、その活用技術についての検討も必要になってくる。

##### 1) 下水道資源を活用した飼料用米の生産技術

下水処理水や汚泥コンポストの農業利用は研究レベル、実用レベルとも古くから行われてきたが、水資源に乏しい地域での灌漑利用や化学肥料の一部を代替するに過ぎなかった。そこで、飼料用米栽培（「べこあおば」）において、下水処理水を「掛け流し」によって連続灌漑することで、天然の水資源をまったく消費せず、しかも化学肥料を一切用いずに、化成肥料で栽培した飼料用米と同等の収量が得られるだけでなく、高タンパクで栄養価の高い飼料用米を栽培できることを確認している。ただし、本技術は処理施設から送水できる範囲に限定されるため、今後、下水処理水が活用できない水田での飼料用米生産にも利用できるように、下水汚泥を堆肥化した汚泥コンポストの活用や、肥料成分を濃縮した「汚泥濃縮液」の抽出技術などを検討し、子実用トウモロコシや輪作体系におけるコムギやダイズなどの加工用穀物栽培への活用へと展開する予定である。このように、下水道資源の活用は、穀物生産を支える肥料を地域資源で賄うことによって、耕種と畜産の間の循環だけでなく、ヒトを含めた地域全体の循環が成立することになる。

##### 2) 下水道資源や豚骨スープ残渣を活用した飼料用穀物（子実用トウモロコシ）の生産技術

前述のように下水道資源としては、処理水の外に下水汚泥を堆肥化した汚泥コンポストも活用できる地域肥料資源である。その他に山形県庄内地域は、養豚の盛んな地域であり（肉用豚：77,000頭（2016年））、豚骨エキス抽出残渣（以下、蒸製骨粉）も、地域肥料資源として活用できる可能性がある。蒸製骨粉はリン酸含量が豊富で地域肥料資源として圃場に還元できれば、豚1頭を無駄なく活用できる。家畜堆肥等の地域肥料資源を用いた作物生産において、肥料設計を行う場合には、作物生産にとって最も重要な窒素要求量を満たすように施用量を決定する。しかし、作物要求量よりも多くのリン酸が土壤に投入されると、土壤に蓄積したリン酸が水系に流出して富栄養化の危険性を高めることが懸念される。そこで、環境への負荷を与えることなく、地域肥料資源を有効活用するために、窒素また

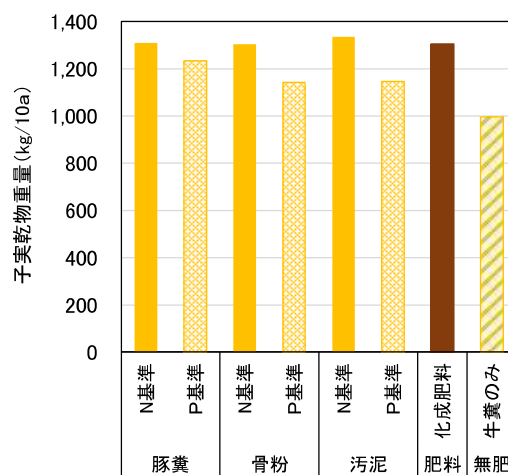


図6. 地域肥料資源を活用したトウモロコシ子実の収量  
注)各試験区ともベースとして牛糞堆肥を2t/10a施用した。  
肥料資源は窒素またはリン酸を基準に15kg/10aを施用した。

はリン酸を基準として地域肥料資源を活用した場合の子実用トウモロコシの収量性を検討した結果、窒素基準で地域肥料資源を施用することによって、化成肥料を用いた場合のトウモロコシ子実収量と同等の収量が確保できた（図 6）。子実用トウモロコシ栽培において、肥料費の占める割合は大きいことから（表 1）、地域肥料資源の活用は栽培経費の削減にもつながる。今後、各地域肥料資源の施用量や連年施用による土壌へのリン酸の蓄積状況等を調査し、適正な施用量を明らかにするとともに、輪作体系におけるコムギやダイズなどの加工用穀物栽培への活用へと展開する予定である。

## 5. 地域飼料資源としてのコムギ製粉副産物の利用

ムギは北海道では畑輪作を支える基幹作物であるが、都府県においては水田作における転作や裏作作物として重要な作物となっている。特に東北地方では1年1作体系が多いが、ダイズやソバと組合わせた1年2作、イネ・ムギ・ダイズによる2年3作体系もある（図 7）。スマート・テロワール構想では、永久畑地化した水田において、その輪作作物の一つに子実用トウモロコシを導入することによって、コムギの増収や品質の向上を図ることを目的としている。

コムギは需要量のうち、全体の90%は国家貿易によって外国産麦を一元輸入しており、国産コムギの民間流通によって取引されているのは10%程度である。スマート・テロワール構想では、輪作体系において生産されたコムギは、地域の製粉メーカーで小麦粉にし、その製粉副産物（ふすま）を地域に戻し、地域産のトウモロコシ子実とともに、家畜飼料として利用することを検討してきた。この場合、地域産コムギの製粉副産物のふすま（玄ムギの約20%）は、一定の時期に地域に戻ってくることになる。そのため、保管庫の確保や保管技術の確立が今後の重要な課題である。

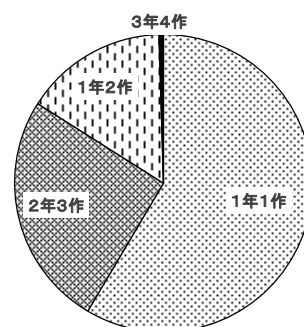


図7. 東北地方における麦の作付け体系  
注) 麦をめぐる情勢(2020年)より作

## 6. 地域産飼料資源をフル活用した豚の肥育

飼料用穀物（飼料用米や子実トウモロコシ）や製粉副産物を活用した肥育豚飼料の原料自給率（地域産原料利用率）は80%以上である（表 3）。山形県庄内地域は東北日本海側に位置し、配合飼料工場は主に太平洋湾岸地帯にあることから、他の地域よりも飼料価格は高い。そのため、地域産原料をフルに活用した配合飼料を供給することのメリットは大きい。しかし、このような地域産飼料資源を有効活用するためには、自家配合施設などが必要になるため、家族労働が中心の中小規模経営体では、その利用が困難である。しかし、国連では2019年-2028年を「家族農業の10年」と定め、各国に食料安全保障の確保と貧困・飢餓撲滅に大きな役割を果たしている家族農業に係る施策の推進等を求めていることから、地域産飼料資源のサプライチェーンを構築し、中小規模の養豚経営体を支援する体制を構築することは非常に重要である。

表3. 地域産飼料資源を用いた肥育豚用飼料の配合割合

原料の区分	配合割合 (%)	原料名
穀類	71.1	トウモロコシ、飼料用米
植物性油粕	14.0	大豆粕
糟糠類	10.7	ふすま
その他	4.2	アルファルファ、サブリ

注) 体重が概 70kg を超えた肥育豚用



## 最後に

山形県庄内地域において、地域肥料資源を活用して加工用穀物や飼料用穀物を生産し、さらに、それらを地域産飼料資源として畜産物（豚肉）を生産し、さらに地域の食品加工メーカーと連携して加工食品を製造する取組みを開始して5年が経過した。その取組みの中で出来上がった豚肉加工品（ウインナーソーセージ、ハム、ベーコン）は、“純地域産豚肉加工品”として、地元のスーパーマーケットで販売し、人気商品になりつつある。また、輪作体系で生産した地域産ダイズは味噌として製造し、地域産コムギも生中華麺や麦きり（庄内うどん）として加工し、昨年度からテストマーケティングを開始している。

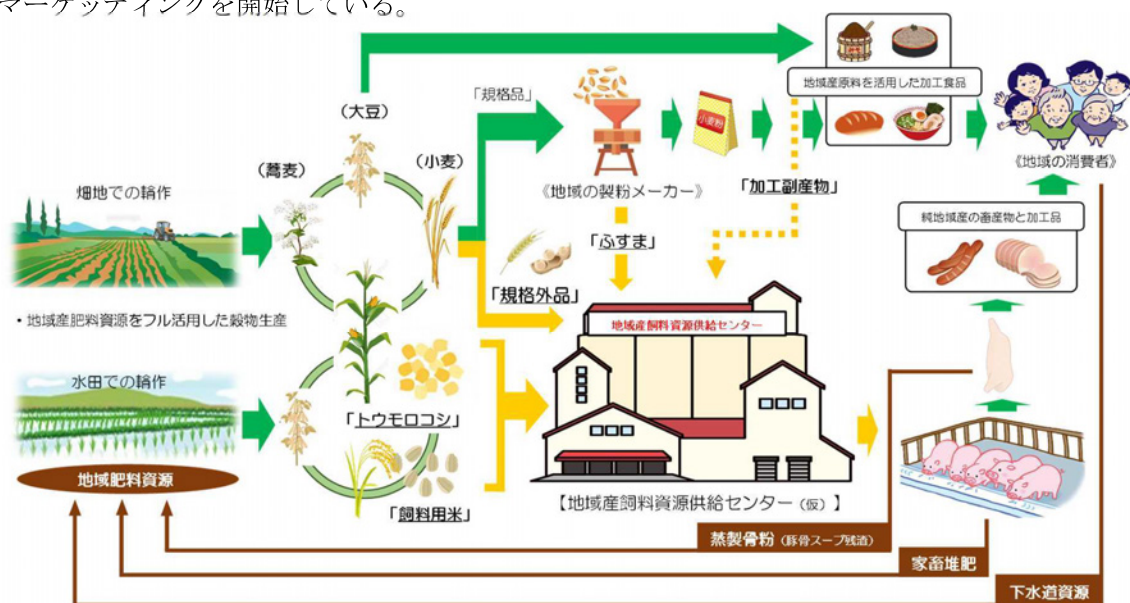


図8. 地域産飼料供給センター(仮称)を核とした循環型農村経済圏の構想図

以上のような取組みにおいて、現時点では山形大学がベンダーとしての役割を担っているが、今後、地域の自主的な活動に発展させる必要がある。そのためには、畜産関連では地域産飼料資源として子実用トウモロコシや飼料用米、加工用穀物の規格外品や副産物などを有効活用するためのサプライチェーンの構築とともに、畜産農家を強力に支援するための中核となる組織体が必要になる。大家畜経営を対象とした支援組織では、TMRセンターが考えられるが、中小家畜（養豚経営）を対象とした支援組織はない。そのため、当該地域で想定しているのは、庄内地域初のコントラクターとして2018年に設立した組織体である。本組織体は稲わらの収集販売と牧草の製造販売を主な業務とし、その他に米麦共同乾燥施設において、プレスパンダ（穀物膨軟処理装置）を用いた粃米SGSの製造販売も行っている。本組織体は新たな事業展開として子実用トウモロコシの生産業務を検討しており、本年度は粃米SGSの製造に用いているプレスパンダの汎用利用を目的として、ハイモイスターシェルドコーン（HMSC）の製造を検討した。今後、本組織体が地域の大家畜だけでなく、家族経営を中心とした中小規模の養豚経営体を支援するための“地域産飼料供給センター（仮称（図8））”の運営にまで事業展開を図っていただくことに期待したい。



## 2 行政報告

「みどりの食料システム戦略」と  
自給飼料生産拡大の推進

農林水産省畜産局飼料課  
飼料生産計画班

藤岡 康恵



# 「みどりの食料システム戦略」と 自給飼料生産拡大の推進

農林水産省 畜産局 飼料課  
藤岡 康恵

## みどりの食料システム戦略（概要）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～  
Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation (MeaDRI)

令和3年5月  
農林水産省

### 現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、内食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメイキングへの参画

「Farm to Fork戦略」(20.5)  
2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大

「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)  
2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

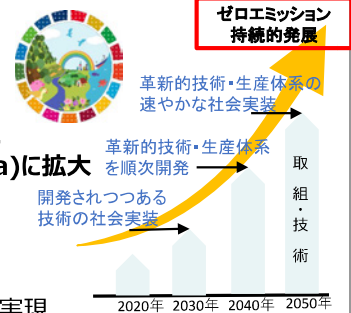
**農林水産業や地域の将来も見据えた持続可能な食料システムの構築が急務**

持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

### 目指す姿と取組方向

#### 2050年までに目指す姿

- 農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現
- 低リスク農業への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減
- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した輸入原材料調達の実現を目指す
- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現



#### 戦略的な取組方向

- 2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）
- 2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）
- ※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。
- ※革新的技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。

### 期待される効果

#### 経済 持続的な産業基盤の構築

- ・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）
- ・国産品の評価向上による輸出拡大
- ・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大

#### 社会 国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大

- ・生産者・消費者が連携した健康的な日本型食生活
- ・地域資源を活かした地域経済循環
- ・多様な人々が共生する地域社会

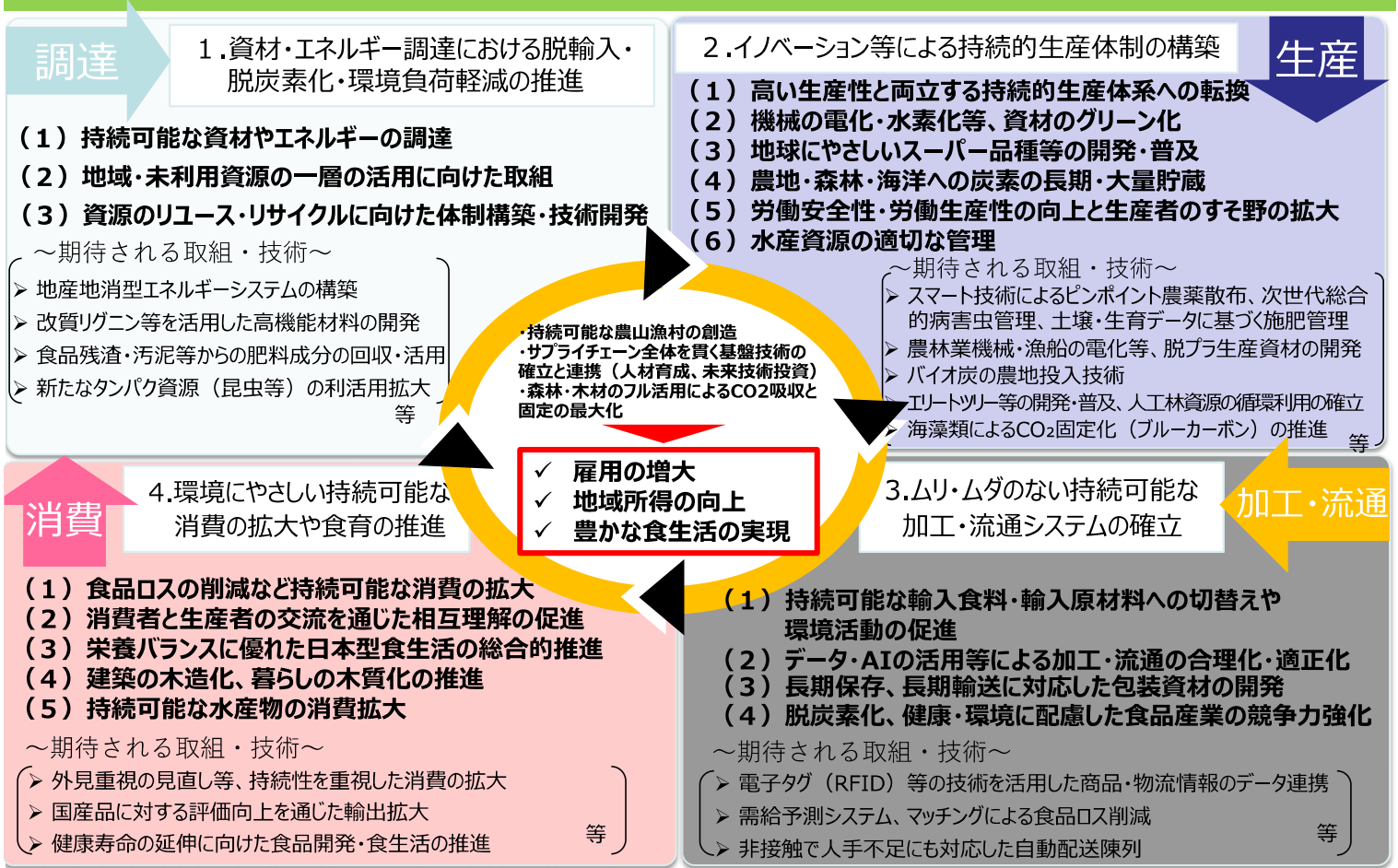
#### 環境 将来にわたり安心して暮らせる地球環境の継承

- ・環境と調和した食料・農林水産業
- ・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献
- ・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減

アジアモンsoon地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

# みどりの食料システム戦略（具体的な取組）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～



## 持続的な畜産物生産の在り方について①

持続的な畜産物生産の在り方検討会の中とりまとめ

### 検討の背景

- 我が国の酪農・畜産は、狭く山がちな国土条件の下、アジアモンスーン地域での気候に応じた生産を行い、人が食用利用できない資源を食料に変え、飼料・家畜・堆肥の循環サイクルを形成しながら、農村地域の維持・発展や我が国のバランスの取れた食生活にも貢献してきた産業である。
- 近年では、農林水産分野における環境負荷軽減の取組が加速しており、「みどりの食料システム戦略」が策定されたが、我が国の温室効果ガス排出量の1%を占める酪農・畜産でも温室効果ガス排出削減の取組が求められている。
- また、輸入飼料に過度に依存した生産システムからの脱却や、発生量に地域差がある家畜排せつ物の循環システムの適正化を図る必要がある。
- 畜産業を今後とも持続的に営んでいくための生産・流通・消費の取組を示し、生産者や消費者の理解を得る必要がある。

### みどりの食料システム戦略

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

- 2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発
- 2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現

【畜産分野の具体的な取組（例）】

- ・ 耐暑性・耐湿性の高い飼料作物品種の開発
- ・ 牛のげっぶ等由来の温室効果ガスを抑制する飼料の開発 等

### 持続的な畜産物生産の在り方

（検討会中とりまとめ）

- 今後我が国で持続的な畜産物生産を行うための各種課題を示した上で、みどりの食料システム戦略に位置づけた技術開発を含め、各段階においてそれらの課題に対応するために行うべき取組を提示

【みどりの食料システム戦略を踏まえ、既存の現場の取組も含めて畜産分野において今後行うべき取組を再整理したもの】

### 課題と取組

#### 持続的な畜産物生産を図っていくための課題

- 畜産に起因する環境負荷  
地球温暖化、水質汚濁、悪臭 等
- 高齢化等に起因した畜産経営の労働力不足  
高齢化、規模拡大 等
- 輸入飼料への過度な依存  
価格変動、需給変動、窒素・リンの過多、気候変動や世界的な人口増加による供給不安 等

#### 課題解決に向けた取組

1. 家畜の生産に係る環境負荷軽減等の展開  
(家畜改良、飼料給与、飼養管理、家畜衛生・防疫)
2. 耕種農家のニーズにあった良質堆肥の生産や堆肥の広域流通・資源循環の拡大
3. 国産飼料の生産・利用及び飼料の適切な調達推進
4. 有機畜産の取組
5. その他畜産物生産の持続性に関する取組
6. 生産者の努力・消費者の理解醸成

# 持続的な畜産物生産の在り方について②

## 持続的な畜産物生産の在り方検討会の中間とりまとめ

### 戦略に基づく今後行うべき主な具体的取組

#### 1. 家畜の生産に係る環境負荷軽減等の展開

- (1) 家畜改良
  - 【生産】家畜改良増殖目標に掲げた飼料利用性の向上等に向けて効率的な家畜改良を引き続き推進
  - 【研究】高い耐病性を有する家畜への改良
- (2) 飼料給与
  - 【生産】家畜の特性に留意しながら脂肪酸カルシウムやアミノ酸バランス飼料等の温室効果ガス削減飼料の利用推進
  - 【研究】新たな温室効果ガス削減飼料の探索
- (3) 飼養管理
  - 【生産】ICT機器や放牧（耕作放棄地含む）の更なる普及
  - 【研究】AIによる事故率の低減等の高度な飼養管理技術の開発
- (4) 家畜衛生・防疫
  - 【生産】埋却地の確保等、更なる飼養衛生管理基準の遵守徹底
  - 【研究】疾病の早期発見に資する新たな診断法等の開発

#### 2. 耕種農家のニーズにあった良質堆肥の生産や堆肥の広域流通

- 【生産】水分調整等の適切な実施、耕種農家のニーズを踏まえた高品質堆肥の生産、ペレット化等の更なる推進、堆肥の輸出の検討
- 【研究】ICT等を活用した家畜排せつ物処理の省力化、牛糞堆肥のペレット化技術の開発や堆肥の広域循環システムの構築

#### 3. 国産飼料の生産・利用及び飼料の適切な調達の推進

- 【生産】水田の汎用化の推進による飼料作物等生産の加速化、子実用とうもろこし等の国産濃厚飼料生産の拡大
- 【研究】耐暑性、耐湿性等に優れた品種開発等、低コスト化や多収性向上に向けた子実用とうもろこしの品種開発、耐久性に優れた生分解性サイレージラップフィルムの開発

#### 4. 有機畜産の取組

- 【生産】有機農畜産物や消費者理解醸成のための取組の推進
- 【研究】有機飼料生産に適した飼料作物の品種、栽培方法の開発

#### 5. その他畜産物生産の持続性に関する取組

- 【生産】農場HACCP、薬剤耐性対策、労働安全・人権の尊重、アニマルウェルフェアに配慮した飼養管理の普及、畜産GAP認証等の更なる推進
- 【研究】抗菌剤に頼らない畜産生産技術の推進、アニマルウェルフェアに配慮した飼育管理技術の開発

#### 6. 生産者の努力・消費者の理解醸成

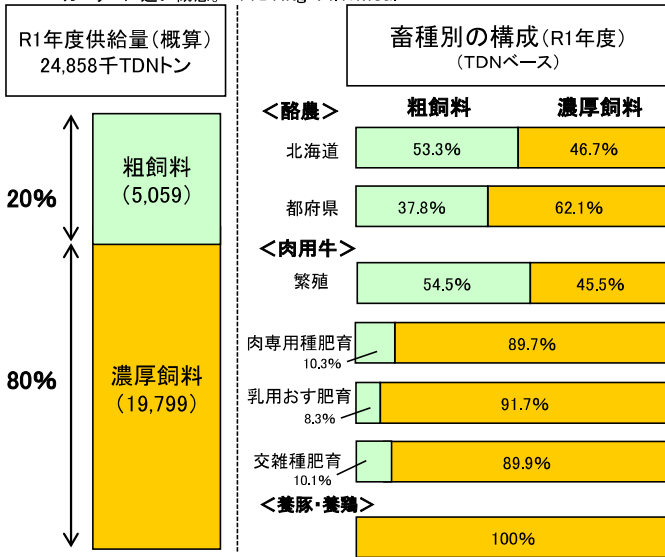
- 生産者の努力：SDGsの達成に向け、1から5に掲げた取組を実践するとともに、取組の見える化を推進
- 消費者の理解醸成：畜産業の意義や環境負荷軽減の取組は生産性にも配慮しながら徐々に進むものであること、コスト増の取組は価格にも反映されることについての理解醸成

## 畜種別の経営と飼料

- 我が国の令和元年度（概算）の畜産における飼料供給割合は、主に国産が占める粗飼料が20%、輸入が占める濃厚飼料が80%（TDNベース）となっている。
- 飼料費が畜産経営コストに占める割合は高く、粗飼料の給与が多い牛で3～5割、濃厚飼料中心の豚・鶏で6割。

#### 粗飼料と濃厚飼料の割合（TDNベース）

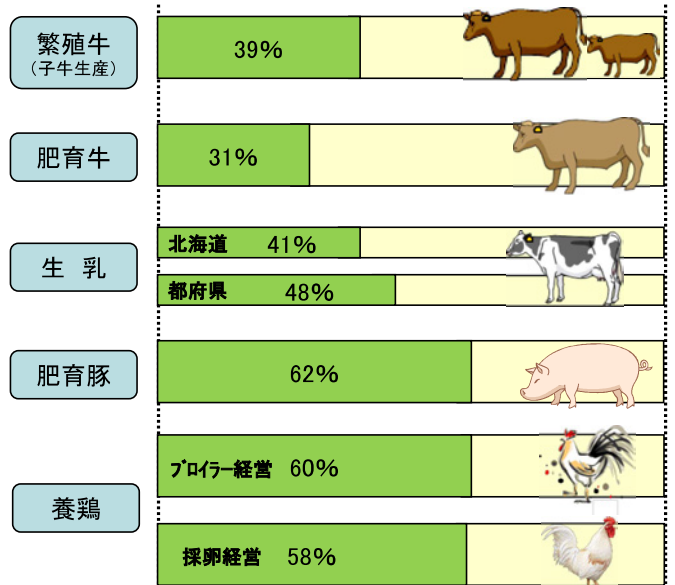
注：TDN（Total Digestible Nutrients）：家畜が消化できる養分の総量。カロリーに近い概念。1TDNkg≒4.41Mcal



粗飼料：乾草、サイレージ、稲わら等  
濃厚飼料：とうもろこし、大豆油かす、こりやん、大麦等

（令和元年度畜産物生産費調査より試算）

#### 経営コストに占める飼料費の割合

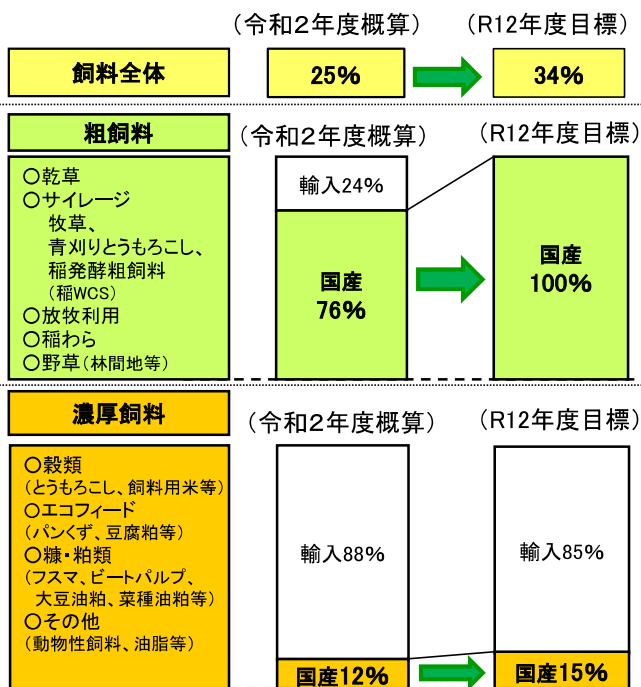


資料：令和元年度畜産物生産費調査および令和元年度畜産物別経営統計  
注：繁殖牛（子牛生産）は子牛1頭当たり、肥育牛および肥育豚は1頭当たり  
生乳は生乳100kg（乳脂肪分3.5%換算乳量）当たり  
養鶏は1経営体当たり

# 飼料自給率の現状と目標

- 令和2年度(概算)の飼料自給率(全体)は25%。このうち、粗飼料自給率は76%、濃厚飼料自給率は12%。
- 農林水産省では、飼料自給率について、粗飼料においては放牧の活用や草地の生産性向上、飼料生産組織の高効率化等を中心に、濃厚飼料においては未利用資源の利用や飼料用米の長期安定的な取引の拡大等により向上を図り、飼料全体で34% (令和12年度)を目標としている。

## 飼料自給率の現状と目標



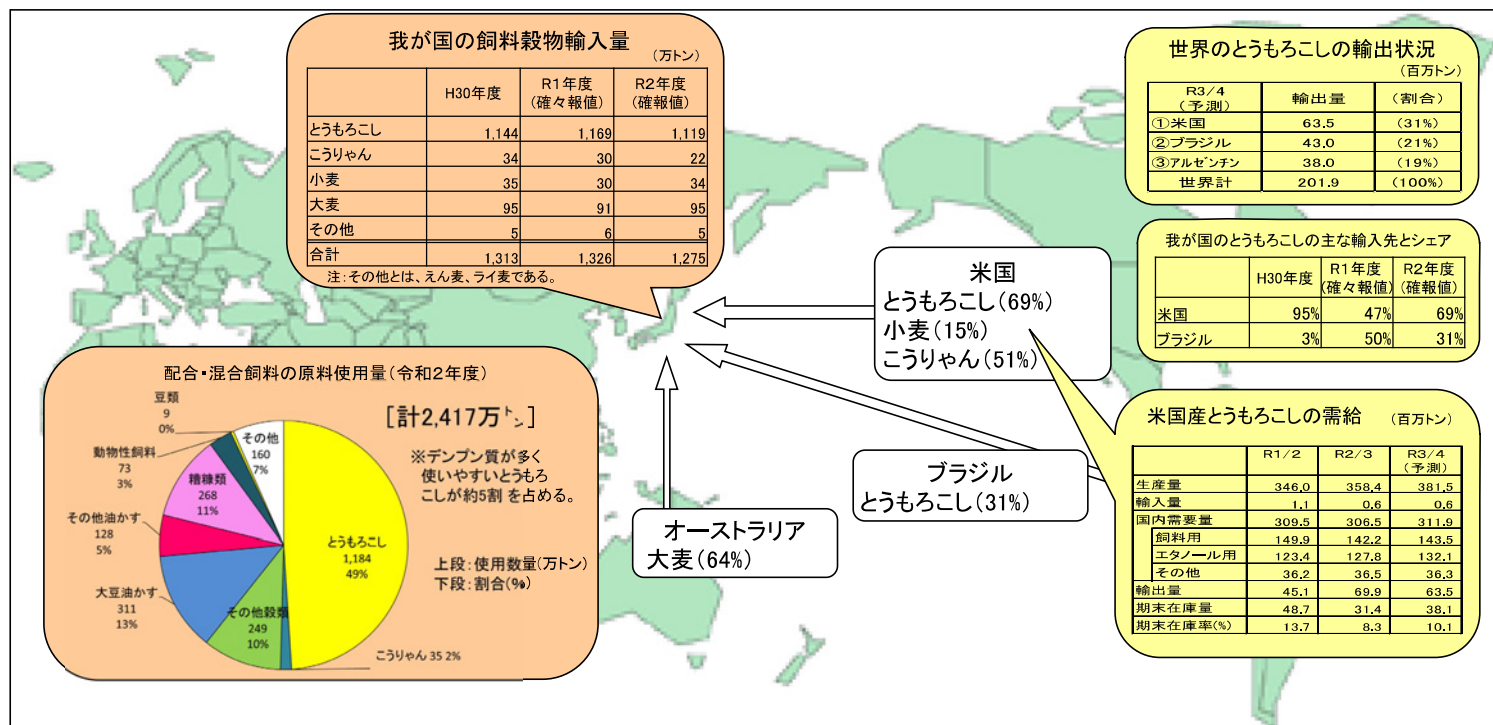
## 近年の飼料自給率の推移

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R元	R2 (概算)
全 体	26%	26%	26%	27%	28%	27%	26%	25%	25%	25%
粗 飼 料	77%	76%	77%	78%	79%	78%	78%	76%	77%	76%
濃厚飼料	12%	12%	12%	14%	14%	14%	13%	12%	12%	12%

- ・ 令和2年度の飼料自給率〔概算〕は、粗飼料自給率は1ポイント減、濃厚飼料自給率は変わらず、全体としては前年度と変わらず25%となった。
- ・ 粗飼料自給率は、飼料作物の作付面積がわずかに減少したことに加え、生育時期の低温や長雨による日照不足、収穫時期の台風の影響等により単収が減少したこと等から、前年度より1%下降し76%となった。

# 近年の飼料穀物の輸入状況

- 飼料穀物の輸入量は、近年約1,300万トン程度で推移。主な輸入先国は、米国、ブラジル、オーストラリアなど。
- 飼料穀物のほとんどは輸入に依存しており、特に、使用割合が高いとうもろこしは、米国、ブラジルに大きく依存。



資料: 財務省「貿易統計」、USDA「World Agricultural Supply and Demand Estimates (October 12, 2021)」、(公社)配合飼料供給安定機構「飼料月報」

注1: 括弧内の%はR2年4月からR3年3月までの輸入量の各穀物の国別シェア。

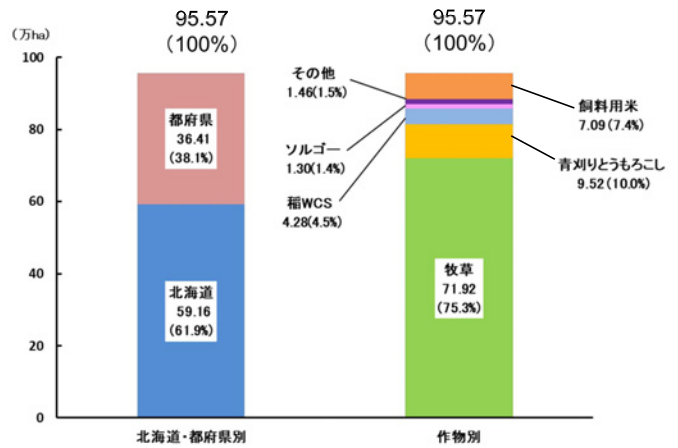
注2: 米国産とうもろこしの需給については、1bu=約0.025401tとして農林水産省飼料課において換算。



# 国産飼料の生産動向

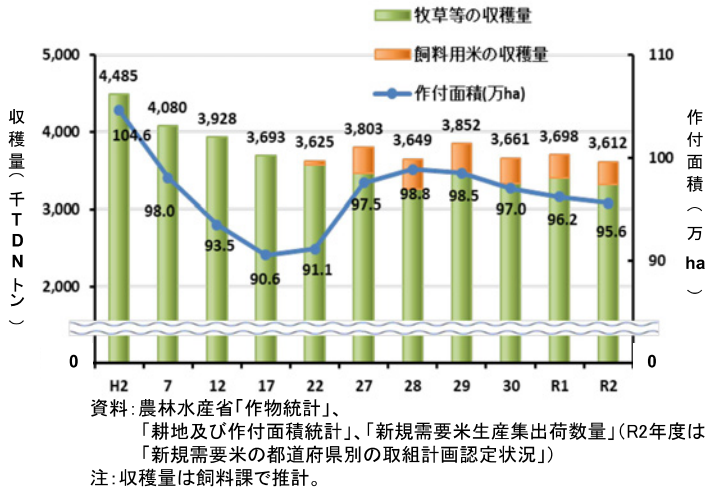
- 作付面積は平成19年まで減少傾向で推移。18年秋からの配合飼料価格の高騰を踏まえ、関係者が一体となり、飼料増産に取り組んだ結果、飼料用米や稲発酵粗飼料の作付拡大などから、飼料作物の作付面積が29年頃まで拡大傾向で推移。令和2年の作付面積は、牧草等の作付面積の減少等により前年に比べ約2%減少。
- 令和2年産牧草の10a当たり収穫量は3,370kg、青刈りとうもろこしは4,980kgで、前年を下回った。

## ○ 飼料作物作付面積の内訳(令和2年産)

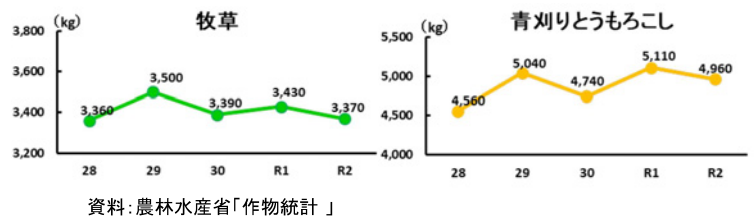


資料: 農林水産省「作物統計」、  
「新規需要米の都道府県別の取組計画認定状況」

## ○ 全国の飼料作物作付面積及び収穫量の推移



## ○ 10a当たり収穫量の推移



# 国産飼料基盤に立脚した生産への転換

- 酪農・肉用牛の生産基盤の強化のためには経営コストの3~5割程度を占める飼料費の低減が不可欠。
- このため、水田や耕作放棄地の有効活用等による飼料生産の増加、食品残さ等未利用資源の利用拡大の推進等の総合的な自給飼料増産対策により、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を推進している。

### ○ 飼料増産の推進

- ① 水田の有効活用、耕畜連携の推進



- ② 草地等の生産性向上の推進



- ③ 放牧の推進



### ○ エコフィード※4等の利用拡大

- ・食品加工残さ、農場残さ等未利用資源の更なる利用拡大



利用拡大

生産増加

### ○ 飼料生産技術の向上

- ・高品質飼料の生産推進



### 国産飼料基盤に立脚した畜産の確立

#### 飼料自給率

	R2年度 (概算)	⇒	R12年度 (目標)
飼料全体	25%	⇒	34%
粗飼料	76%	⇒	100%
濃厚飼料	12%	⇒	15%

### ○ コントラクター※2、TMRセンター※3による飼料生産の効率化

- ・作業集積や他地域への粗飼料供給等、生産機能の高度化を推進



※1 稲発酵粗飼料: 稲の実と茎葉を一体的に収穫し発酵させた牛の飼料 ※2 コントラクター: 飼料作物の収穫作業等の農作業を請け負う組織  
※3 TMRセンター: 粗飼料と濃厚飼料を組み合わせた牛の飼料(Total Mixed Ration)を製造し農家に供給する施設 ※4 エコフィード: 食品残さ等を原料として製造された飼料

## 飼料用米の利活用の推進

- 飼料用米は、とうもろこしとほぼ同等の栄養価を有しており、水田で生産できる飼料用穀物として、畜産農家での利用が広がっており、令和3年産の作付面積は、約11.6万haとなっている。
- 耕種側と畜産側とのマッチング活動を推進するとともに、耕種側における水田活用の直接支払交付金による生産助成やコントリビューターエレベーターなどの整備、畜産側における飼料用米の利用に必要な機械の導入や施設の整備に対する支援等により、飼料用米の生産・利用の拡大を推進。

### 【R3年度】水田活用の直接支払交付金

戦略作物助成として、収量に応じ、5.5～10.5万円/10aを助成。  
地域の裁量で活用可能な産地交付金により、生産性向上の取組に対し支援可能。  
複数年契約の取組に対し、1.2万円/10aの産地交付金を追加配分。

### 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置づけられた地域の中心的な経営体(畜産農家、飼料生産組織等)に対し、飼料用米の保管・加工・給餌等に必要な機械の導入や調製・保管施設整備等を支援。(補助率:1/2以内)

### 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

飼料用米の乾燥調製施設や保管・加工施設の整備等を支援。(補助率:1/2以内)

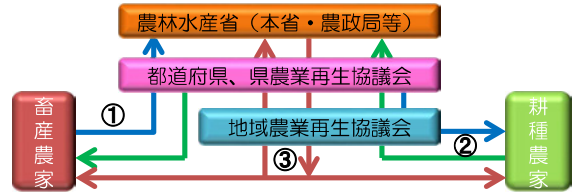
#### ○ 飼料用米の作付面積(ha)

H28	H29	H30	R元	R2	R3
91,169	91,510	79,535	72,509	70,883	115,744

資料:農林水産省「新規需要米の都道府県別の取組計画認定状況」

### ○ マッチング活動の取組体制

- ① 新たに飼料用米の供給を希望する畜産農家の連絡先や希望数量・価格等の取引条件を聞き取り、需要者情報として取りまとめ、産地側(地域再生協・耕種農家等)へ提供
- ② 地域(再生協)における飼料用米の作付面積や数量を聞き取り、産地情報として取りまとめ、利用側(畜産農家等)へ提供
- ③ 各関係機関が連携し、マッチング活動を推進



### ○ 適正な農薬使用(籾米のまま給与する場合)

籾米は玄米に比べて農薬の残留濃度が高いため、出穂期以降に農薬の散布を行う場合は、安全が確認されている農薬を使用する必要。

〔玄米で給与する場合は、稲に使用可能な農薬を適切に使用。〕

※「飼料用米の生産・給与技術マニュアル」参照



## 稲発酵粗飼料の生産・利用の拡大

- 稲発酵粗飼料(稲WCS)は、水田で生産できる良質な粗飼料として、耕種農家・畜産農家の双方にメリットがあり、令和3年産の作付面積は、約4.4万haとなっている。
- 水田活用の直接支払交付金や収穫機械の導入に対する支援等により、稲WCSの生産・利用の拡大を推進。  
※ 稲WCSとは、稲の穂と茎葉を丸ごと乳酸発酵させた粗飼料(ホールクロップサイレージ:Whole Crop Silage)のことをいう。

### 【R3年度】水田活用の直接支払交付金

戦略作物助成として、8万円/10aを助成。  
地域の裁量で活用可能な産地交付金により、耕畜連携等の取組に対し支援可能。

### 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置づけられた地域の中心的な経営体(畜産農家、飼料生産組織等)に対し、稲WCSの収穫に必要な機械の導入や調製・保管施設整備等を支援。(補助率:1/2以内)

### 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

稲WCS等国産粗飼料の調製・保管施設の整備等を支援。(補助率:1/2以内)

#### ○ 稲WCSの作付面積(ha)

H28	H29	H30	R元	R2	R3
41,366	42,893	42,545	42,450	42,791	44,248

資料:農林水産省「新規需要米の都道府県別の取組計画認定状況」

### ■ 茎葉多収・高糖分の水稻品種の開発

栄養価の高い稲WCS用品種「たちあやか(中生)」、「たちすずか(晩生)」を開発



特徴:  
・茎葉が多収で籾が少ない  
・糖含量が高い  
・倒れにくい

#### 生産現場における導入事例(広島県)

稲WCS(給与年)	305日乳量	乳販売額
①クサノホシ+輸入乾草(H23)	10,070kg/頭	926,440円/頭
②たちすずか(H24)	10,739kg/頭	987,988円/頭
差(②-①)	669kg/頭	61,548円/頭
対前年比増加率(%)	6%	6%

#### メリット

- ・連作障害がない。
- ・良好な栄養価を有し、牛の嗜好性も高い。
- ・長期保存が可能。

#### 課題

- ・低コスト栽培技術の導入や多収品種の開発によるコスト低減。
- ・安定した供給。
- ・効率的な保管・流通体制の確立。
- ・品質の向上・安定化が必要。

# 国産稲わらをめぐる状況

- 稲わらは、国内生産量の1割弱に相当する約70万トンが飼料利用されているものの、約20万トンを中国から輸入。
- 稲わらの収集に必要な機械の導入や調製・保管施設の整備に対する支援等やマッチングの取組等により国産稲わらの利用の拡大を推進。

## 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置付けられた地域の中心的な経営体(畜産農家、飼料生産組織等)に対し、国産稲わらの収集に必要な機械の導入等を支援。(補助率:1/2以内)

## 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

国産稲わら等国産粗飼料の調製・保管施設の整備等を支援。(補助率:1/2以内)

## 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策事業

(国産飼料資源生産利用拡大対策のうち未利用資源活用対策)

稲わらを含む地域の未利用資源の活用促進を支援。(補助率:定額)

## ○ 国産稲わらのマッチングの取組

ウェブサイトのアドレス  
[https://www.maff.go.jp/chikusan/sinko/in/l\\_siryoinawara.html](https://www.maff.go.jp/chikusan/sinko/in/l_siryoinawara.html)

## ○ 中国からの稲わらの輸入量と通関価格

	輸入量(千トン)	通関価格(円/kg)
29年度	209	32.3
30年度	237	29.7
R元年度 (確々報値)	219	28.6
2年度 (確報値)	237	33.8
3年度 4月～8月 (速報値)	86	35.8

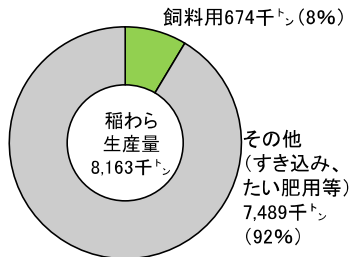
資料:財務省「貿易統計」

## ○ 稲わらの乾燥利用以外の活用 (生稲わらサイレージの例)

<特徴>  
 ・天候の影響を受けずに調製が可能  
 ・β-カロテン(ビタミンA)、ビタミンEの含有量が乾燥稲わらよりも多い(肥育中期の給与に注意)  
 ・乾燥稲わらに比べ嗜好性も良い

<留意点>  
 ・ロール成形時に乳酸菌を添加し、ラッピングすること  
 ・開封後は、2日以内で使い切ること

## ○ 国産稲わらの利用状況 (令和元年度)



資料:飼料課調べ  
(水稲の作付面積等から推計)

## ○ 国産稲わらの需給状況

(単位:千トン)

区分	飼料仕向量①	輸入量②	飼料需要量③=①+②	自給率①/③
H27年産	784	157	941	83%
H28年産	751	186	937	80%
H29年産	729	223	952	77%
H30年産	691	232	923	75%
R元年度	674	229	903	75%

資料:飼料仕向量は飼料課調べ(29年産から調査方法を変更)、輸入量は財務省「貿易統計」(10月～翌年9月までの合計)

# 国産濃厚飼料の生産・利用の推進

- ・ 国産濃厚飼料の生産への取組として、「イアコーンサイレージ※」や「子実とうもろこし」に関する取組を推進。
- ・ イアコーンサイレージは、平成20年頃から北海道で生産を開始。
- ・ 子実とうもろこしは、
  - (1) 水田や畑における輪作体系に取り入れることにより、①排水性の改善、②緑肥による地力改善、③連作障害の回避が可能。
  - (2) 飼料用米等と比べ単位面積当たりの労働時間が少なく、労働生産性が高いが、普及を図っていく上では、生産コストの低減や専用収穫機の導入、安定した供給体制の構築(需要者とのマッチング、保管施設の確保)が必要。
- ・ イアコーンサイレージや子実とうもろこしの生産・利用拡大を図るため、モデル実証に必要な収穫専用機械の導入等を支援。

## 国産濃厚飼料(R2作付面積:853ha(推計))

### イアコーンサイレージ※

とうもろこしの実を外皮ごと収穫し、子実・芯・外皮をサイレージ化した飼料

→ 牛・豚に給与可能



ハーベスターによる収穫(専用ヘッド装着)

ローラーペラーによる梱包・保存

### 子実とうもろこし

とうもろこしの子実のみを収穫・乾燥した飼料

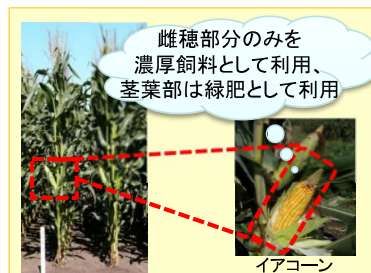
→ 牛・豚・鶏に給与可能



コンバインによる収穫(専用ヘッド装着)

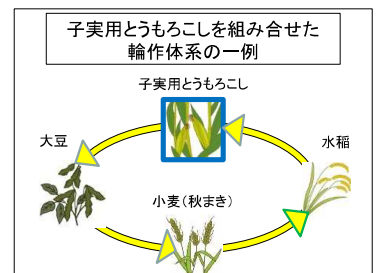
収穫された子実

※イアコーンのイア(ear)とは、とうもろこしの雌穂(子実・芯・外皮)の部分指す。



雌穂部分のみを濃厚飼料として利用、茎葉部は緑肥として利用

イアコーン



子実とうもろこしを組み合わせた輪作体系の一例

## 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策事業

(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推進)

- ・ 国産濃厚飼料生産・利用体系の構築。  
 技術実証、実需者とのマッチング等に係る経費を支援。(補助率:定額)  
 実証に必要な収穫専用機械、調製・保管に係る整備等を支援。(補助率:1/2以内)
- ・ 国産濃厚飼料生産利用拡大体系の構築。  
 技術実証、技術習得等に係る経費を支援。(補助率:定額)  
 実証に必要な収穫専用機械、調製・保管、品質管理に係る整備等を支援。(補助率:1/2以内)
- ・ 子実とうもろこしの種子確保に向けた調査。(補助率:定額)

## 草地等の生産性向上について

- 近年、規模拡大等により草地管理にかかる時間が減少し、草地改良率の低下や難防除雑草の繁茂が課題。
- また、台風や豪雨の増加、干ばつなどの気象の不安定化により、草地改良、飼料生産に悪影響が発生。
- このため、草地難防除雑草駆除技術実証と草地生産性向上対策において、生産性の高い草地等への転換やリスク分散の取組を支援。
- 改良後の草地については、適正な管理により生産性の維持・向上を図ることが重要。

### 【R2年度補正】草地難防除雑草駆除技術等実証事業のうち草地難防除雑草駆除技術実証事業

特に防除の難しい難防除雑草の駆除技術の実証等の取組を支援。  
(補助率: 定額、1/2以内)

### 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策事業(草地生産性向上対策のうちリスク分散型草地改良推進)

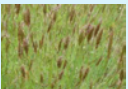
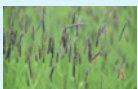
不安定な気象に対応したリスク分散等により、安定的な収穫を確保するための草地改良を行う取組を支援。  
(補助率: 1/2以内)

#### 難防除雑草\*の駆除

○ 難防除雑草は繁殖力が旺盛であり、牧草の収量や品質の低下を招くため、地域一体となった計画的な駆除対策が必要。

※ 難防除雑草とは、根茎等での繁殖が旺盛で、除草剤がききにくく、単一の手法での防除が困難な雑草。

<特に防除の難しい難防除雑草>



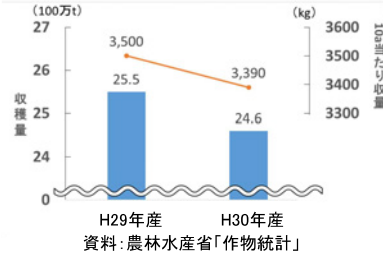
メドウフォックス  
テイル

ハルガヤ

計画に基づき  
除草剤の散布  
等を実施

難防除雑草の  
繁茂しない  
生産性の高い草地

#### ○ 気象の不安定化による牧草の収穫量と単収の変化

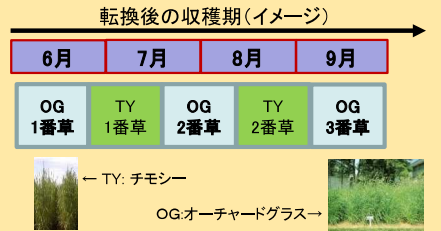


平成30年産は  
・生育期の天候不順  
・収穫期の台風襲来  
及び長雨  
の影響により収穫量が減少。

#### リスク分散のための取組例(収穫適期の拡大)

○ 圃場の一部を異なる草種に転換することにより、収穫適期が拡大され、天候不順による収量減少の影響を緩和。

(例: チモシー主体圃場60haのうち、30haをオーチャードグラス主体圃場に転換)



#### ○ 草地改良の実施状況

区分	H2年	12年	22年	27年	28年	29年	30年
牧草作付面積(万ha)	A	56.9	57.6	55.4	54.1	53.9	53.4
草地改良・整備面積(万ha)	B	3.4	2.6	1.6	1.9	1.7	2.0
草地改良率(%)	B/A	5.9	4.6	2.8	3.5	3.1	3.7

(北海道農政部調べ)

## コントラクターの普及・定着

- 飼料生産におけるコントラクターは、畜産農家から、播種や収穫などの自給飼料の生産のための作業を受託する外部支援組織。令和2年のコントラクター等(※)の組織数は836組織。
- 農地の利用集積、高性能機械の活用や専門技術者による作業を通じて、飼料生産作業の効率化、飼料作物の単収の増加や栄養価の向上に貢献。
- 飼料生産機械やICT機器の導入、作業体系の見直しにかかる取組への支援等により、良質な国産粗飼料の生産・利用拡大を推進。

(※ 作業受託を行わず契約に基づく粗飼料生産・販売のみを行う組織を含む)

#### コントラクター等組織数の推移、地域別組織数(R2)

○ コントラクターの組織数は、令和2年は836組織に。うち北海道が3割、九州が2割を占める。

地域	H20	H25	H30	R元	R2
全国	522	581	826	858	836

#### 《地域別組織数(R2年)》

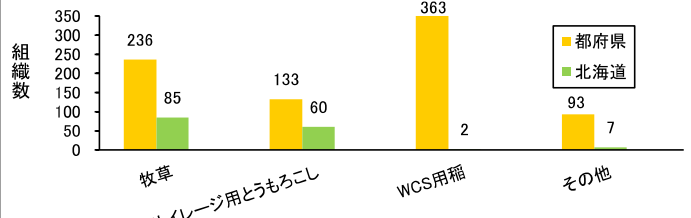
北海道	東北	関東	北陸	東海	近畿	中四国	九州	沖縄
218	141	138	14	33	13	99	174	6

### 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策事業(飼料生産利用体系高効率化対策のうち飼料生産組織強化対策)

- ・ ICTの活用と飼料生産作業の見直しによる作業効率化に向けた検討及び実証に必要な作業機械導入等を支援 (補助率: 定額、1/2以内)
- ・ 粗飼料の生産販売の拡大による組織運営の強化に向けたほ場等の確保に係る調整、必要な作業機械等導入を支援。  
(補助率: 定額、1/2以内)

#### 飼料作物収穫作業の内訳(R元)

○ 収穫されている飼料作物としては、北海道では牧草が最も多く(組織数の97%)、都府県ではWCS用稲が最も多い(同70%)。



### 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置づけられた地域の中心的な経営体(飼料生産組織等)に対し、自給飼料の増産等を図るために必要な機械の導入及び施設の整備等を支援。  
(補助率: 1/2以内)

### 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

国産粗飼料や飼料用米の調製・保管・供給施設の整備等を支援。  
(補助率: 1/2以内)

## TMRセンターの普及・定着

- TMRセンターは、牛が必要とする全ての栄養素をバランスよく含んだ飼料(TMR: Total Mixed Ratio)を調製し、畜産農家の庭先まで配送する外部支援組織。令和2年のTMRセンター組織数は158組織。
- 良質で品質の安定したTMRを通年供給することにより、畜産農家の飼料調製にかかる労働力の軽減、乳牛の泌乳量の増加に貢献。また、飼料調製のための高度な知識を持たない者による畜産経営への新規参入を容易化。
- TMRセンターの施設整備等への支援により、国産粗飼料の生産・供給体制の構築を推進。

### TMRセンター組織数の推移、地域別組織数(R2)

○TMRセンターの組織数は、令和2年には158組織に増加。北海道が半数以上を占める。

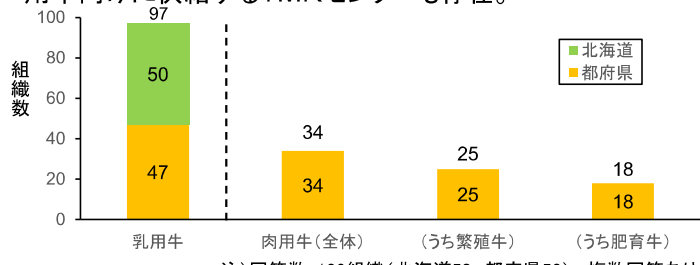
地域	H20	H25	H30	R元	R2
全国	85	110	143	156	158

#### 《地域別組織数(R2年)》

北海道	東北	関東	近畿	中四国	九州
88	15	33	1	3	18

### 供給対象畜種(R元)

○TMRセンターの9割が乳用牛向けに供給。都府県では、肉用牛向けに供給するTMRセンターも存在。



### 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置づけられた地域の中心的な経営体(飼料生産組織等)に対し、自給飼料の増産や品質の向上等を図るために必要な機械の導入、施設整備等を支援。(補助率:1/2以内)

### 【R2年度補正】草地難防除雑草駆除技術等実証事業のうち高品質TMR供給支援対策

TMRの品質改善計画を策定したTMRセンターに対し、当該計画に基づき行うバンカーサイロの補改修の取組等を支援。(補助率:定額、1/2以内)

### 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

国産粗飼料や飼料用米の調製・保管・供給施設の整備等を支援。(補助率:1/2以内)

### TMRセンターの施設・機械



## 放牧の推進

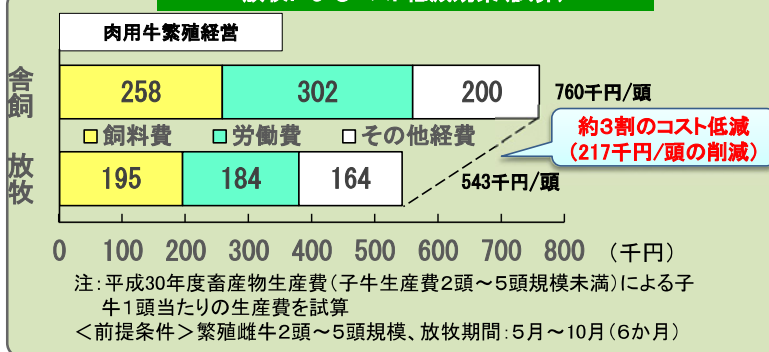
- 全国で放牧される牛は、乳用牛(酪農)にあつては総飼養頭数の約20%に相当する約27万頭、肉用牛(繁殖)にあつては総飼養頭数の約17%に相当する約11万頭。
- 放牧は、飼料の生産・給与や家畜排せつ物処理の省力化が可能な飼養管理方法であり、酪農・肉用牛経営のコスト低減を図る上で有効な方法。
- 放牧に必要な牧柵、簡易施設の整備、放牧技術の導入や生産性の高い草地への転換等の支援により、放牧の取組を推進。

放牧頭数(令和元年)

区分		(単位:万頭、%)	
		乳用牛(酪農)	肉用牛(繁殖)
全国	飼養頭数	133.2	62.6
	放牧頭数	27.2 (20.4)	10.9 (17.4)
北海道	飼養頭数	80.1	7.6
	放牧頭数	24.8 (31.0)	4.1 (53.9)
都府県	飼養頭数	53.1	55.0
	放牧頭数	2.4 (4.5)	6.8 (12.4)

資料:放牧頭数は(一社)日本草地畜産種子協会調べ、飼養頭数は畜産統計(平成31年2月1日現在)  
注1:放牧頭数は、経営内放牧と公共牧場に預託して放牧されている頭数の計であり、重複している場合を含む  
注2:肉用牛の頭数は、子取り用の繁殖雌牛(1歳未満を含む)頭数

### 放牧によるコスト低減効果(試算)



### 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策推進事業

(国産飼料資源生産利用拡大対策のうち肉用牛・酪農基盤強化対策(放牧活用型))

・繁殖基盤強化に向け肉用牛繁殖雌牛等の放牧を活用した地域内一貫体制の構築への取組を支援。(補助率:定額、1/2以内)

### 【R2年度補正】畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業

畜産クラスター計画に位置づけられた地域の中心的な経営体(畜産を営む者等)が行う放牧に必要な電牧器等の導入を支援。(補助率:1/2以内)

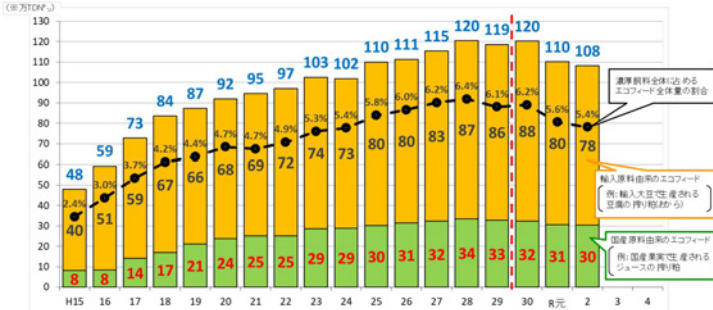
### 【R3年度】強い農業・担い手づくり総合支援交付金

未利用地を蹄耕法等の不耕起により放牧地等として活用するのに必要な整備等への支援。(補助率:上限7万円/10a等、1/2以内)

# 未利用資源の飼料としての活用推進

- 飼料の自給率向上のため、エコフィード(食品残さ利用飼料)を推進。エコフィードの製造数量は一部の原材料の使用の減少により、やや減少で推移。令和2年度(概算)のエコフィード製造数量は108万TDN<sup>ト</sup>(概算)であり、濃厚飼料全体の約5%に当たる。
- 国産原料由来エコフィードは30万TDN<sup>ト</sup>(概算)であり、新たな「食料・農業・農村基本計画」における令和12年度の濃厚飼料自給率目標15%の達成のために国産原料由来エコフィードを中心に生産・利用を拡大する必要。
- 食品残さを排出した食品関連事業者とエコフィード製造事業者等との連携により、エコフィードによって生産された畜産物を販売し、リサイクルループを構築する取組も行われている。

## エコフィードの製造状況



資料: 農林水産省畜産局飼料課調べ  
 ※ 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。  
 ※ 平成29年度の集計から調査対象品目が減少したため28年度以前と連続しない。

## 【R3年度】畜産生産力・生産体制強化対策事業 (国産飼料資源生産利用拡大対策のうち未利用資源活用対策)

- ・ 未利用資源の活用事例の普及、エコフィードを活用した差別化畜産物の流通・販売に係る普及及び認証取得等を支援。(補助率: 定額)
- ・ 食品残さ等の地域の未利用資源の活用促進。(補助率: 定額、1/2以内)
- ・ エコフィードの製造コスト削減等による生産安定供給体制の構築及び高品質エコフィードの生産・給与体制等の構築によるエコフィードの認証等を取得するための取組支援。(補助率: 定額、1/2以内)

## エコフィード利用の取組事例

((株)日本フードエコロジーセンター)

- ・ 関東近郊の170件以上の食品事業者において分別管理された食品残さを飼料化施設に保冷車で搬入。
- ・ 加水、加熱、発酵の処理により、養豚用の発酵リキッド飼料を製造。
- ・ 単なるリサイクルの推進ではなく、高付加価値の豚肉生産を目的としており、生産した豚をグループ内外で販売するという地域循環畜産の「環」を構築。



## 畜産局

# 水田における飼料作物の作付拡大等の飼料増産対策

(令和4年度当初予算要求)

### 水田の課題

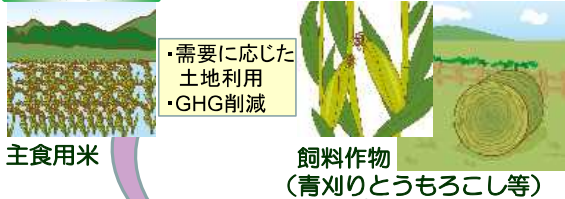
- ✓ 主食用米の需要減に対応した他作物への転換
- ✓ 労働力・担い手不足、離農等に伴う土地活用策
- ✓ 水田からの温室効果ガスの発生抑制
- ✓ 飼料作物の生産のための機械の確保や技術の普及

### 畜産の課題

- ✓ 配合飼料価格の高騰
- ✓ 自給飼料生産のための優良農地の不足
- ✓ 飼料生産に係る労働力不足
- ✓ 家畜排せつ物の処理に伴う温室効果ガスの発生抑制
- ✓ 堆肥の適切な利用

国産畜産物の増産が求められる一方で...

### 水稻農家



- ・ 需要に応じた土地利用
- ・ GHG削減

主食用米

飼料作物 (青刈りとうもろこし等)



飼料生産組織への作業委託による労力の軽減

飼料自給率の向上

### 畜産農家



耕種農家のニーズに対応するための堆肥の高品質化やペレット化による流通の広域化と利便性の向上による資源循環の拡大や化学肥料の削減

家畜排せつ物の強制発酵による温室効果ガスの発生抑制

ペレット堆肥

対策: 90.1億円の内数(前年比+20.8億円)

<畜産生産力・生産体制強化対策事業のうち飼料増産関連> (16.6億円の内数)

- ◆ 飼料生産組織の運営強化、機械導入
- ◆ 水田に適した優良品種の普及、実証、技術指導
- ◆ 子実用とうもろこし等の利用に向けた実証、技術指導
- ◆ 未利用水田や耕作放棄地等を活用した放牧の推進

<環境負荷軽減型持続的生産支援事業> (72.6億円の内数)

- ◆ 輸入飼料を削減し、水田における青刈りとうもろこし等の生産を拡大する取組を支援

<畜産高品質堆肥生産流通促進支援事業> (0.9億円)

- ◆ 環境負荷軽減に資するペレット堆肥等の生産・流通促進のための理解醸成や生産技術の普及等に向けた取組を支援



- 農家の収益を確保しながら、環境負荷軽減の社会的要請に応えつつ、需要に応じた土地活用や畜産農家の規模拡大を実現
- 「みどりの食料システム戦略」に掲げられている取組分野のうち、温室効果ガス削減、飼料の国産化、化学肥料の削減、有機農業、資源循環、労働生産性の向上に貢献し、持続的な畜産物生産を実現

# I 飼料自給率の向上

## i 畜産生産力・生産体制強化対策事業

【令和4年度予算概算要求額 1,661 (887) 百万円】

### <対策のポイント>

家畜の増頭と併せ、肉用牛・乳用牛・豚・鶏の改良や飼料作物の優良品種の利用を推進するとともに、肉用牛の繁殖肥育一貫経営や地域内一貫生産、和牛の信頼確保のための遺伝子型の検査、国産飼料の一層の増産・利用のための体制整備により、畜産物の生産力及び生産体制の強化を図ります。

### <事業目標> [平成30年度→令和12年度まで]

○生乳生産量：728万トン→780万トン ○牛肉生産量：33 (48) 万トン→40 (57) 万トン ○豚肉生産量：90 (128) 万トン→92 (131) 万トン  
○鶏肉生産量：160万トン→170万トン ○鶏卵生産量：263万トン→264万トン ○飼料自給率：25%→34% ※ ( ) は枝肉換算

### <事業の内容>

#### 1. 家畜能力等向上強化推進

遺伝子解析技術等を活用した新たな評価手法や始原生殖細胞 (PGCs) 保存技術等により、生涯生産性の向上、遺伝的多様性を確保した家畜の系統・品種の活用促進、肉質・繁殖能力の改良の加速化等を推進する取組を支援します。

#### 2. 繁殖肥育一貫経営等育成支援

肉用牛生産の繁殖基盤の強化を図るため、肉用牛肥育経営における一貫化や地域内一貫生産を推進し、一貫生産体制を普及啓発する取組を支援します。

#### 3. 和牛の信頼確保対策

我が国の貴重な知的財産である和牛の血統に関する信頼を確保するため、遺伝子型の検査によるモニタリング調査を推進する取組を支援します。

#### 4. 草地生産性向上対策

不安定な気象に対応したリスク分散技術の活用、高栄養価牧草の導入等により粗飼料の安定的な収量確保、輸入粗飼料からの置き換えを図るため、草地改良や飼料作物の優良品種利用・安定生産、飼料用種子の備蓄の取組を支援します。

#### 5. 飼料生産利用体系高効率化対策

飼料生産組織の作業効率化・運営強化や地域ぐるみでの自給飼料の増産、子実用とうもろこし等の国産濃厚飼料の生産振興の取組を支援します。

#### 6. 国産飼料資源生産利用拡大対策

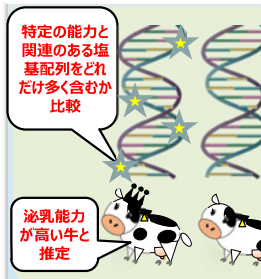
放牧、未利用資源の活用等促進・生産体制構築の取組を支援します。

#### 7. 持続的飼料生産対策

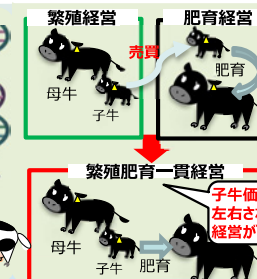
温室効果ガス削減飼料の畜産物の品質への影響分析等の取組を推進します。

### <事業イメージ>

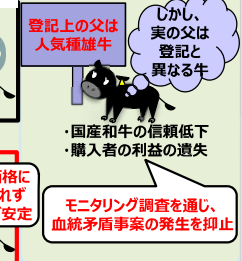
#### 1. 家畜能力等の向上強化



#### 2. 肥育経営の一貫化



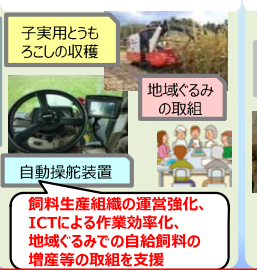
#### 3. 和子牛の遺伝子型の検査



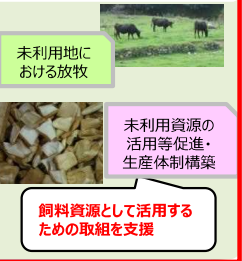
#### 4. 気象リスク分散技術、高栄養価牧草の導入



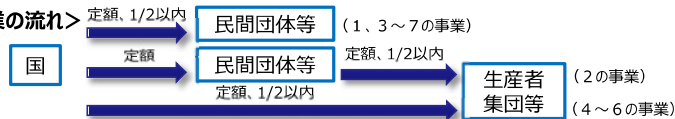
#### 5. 飼料生産の効率化



#### 6. 放牧、未利用資源の活用



### <事業の流れ>



[お問い合わせ先] (1~3の事業) 畜産局畜産振興課 (03-6744-2587)  
(4~7の事業) 飼料課 (03-6744-7192)





### 3 研究・技術紹介

飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状

農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域  
飼料作物育種グループ 間野 吉郎

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畜産飼料作研究領域  
河本 英憲

水田輪作における子実用トウモロコシの活用

農研機構東北農業研究センター緩傾斜畑作研究領域  
生産力増強グループ 宮路 広武



子実用トウモロコシを中心とする自給飼料の生産利用拡大に向けた新技術

## 飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状

農研機構 畜産研究部門 畜産飼料作研究領域  
飼料作物育種グループ

間野吉郎

「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。

### 【背景】



Mano & Omori (2007) Plant Root

水田転換畑は水はけが悪くしばしば水浸しになるが、転換畑でトウモロコシを栽培することができれば飼料自給率および水田利用率の向上につながる。

- 1. 畜産研における耐湿性育種の取り組み
  - 1-1 近縁種テオシントの利用
  - 1-2 関与する形質の遺伝解析
  - 1-3 優良自殖系統への耐湿性遺伝子の導入
- 2. 耐湿性トウモロコシの品種育成
  - 2-1 サイレージ用
  - 2-2 子実用

「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。

## 1-1 近縁種テオシントの利用 遺伝資源テオシント



栽培化

栽培化の過程でストレス耐性

など一部の重要な形質が脱落



テオシント（野生のトウモロコシ）  
人の手が加えられていない

耐湿性

トウモロコシ（栽培種）  
たくさん種がとれるなど人の手が加わったもの

# 1-1 近縁種テオシントの利用 水田における耐湿性



トウモロコシ テオシント  
対照区



トウモロコシ (完全に枯死)      テオシント  
湛水処理区

テオシントは耐湿性が強い

耐湿性が強い理由がわかれば、その遺伝的要因をトウモロコシに導入することで耐湿性品種の育成が可能

2010年（作物研 谷和原水田）  
5月中旬 播種  
7月20日 地表より上5cmの湛水処理  
8月8日撮影（19日目）

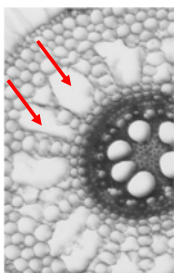
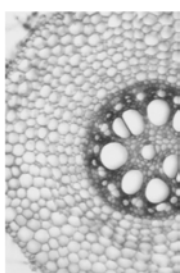
Photo: courtesy of Dr. Kawaguchi, Dr. Oyanagi and Dr. Abe (NARO)

# 1-2 関与する形質の遺伝解析 テオシントの4つの特性

トウモロコシ

テオシント

(1) 低酸素となった根端へ酸素を供給するために根の皮層に通気組織と呼ばれる空洞を形成する  
“通気組織形成能”



(2) 根の基部から中央部にかけて根外への酸素漏出を防ぐ  
“酸素漏出バリア形成能”  
(写真：名古屋大学 中園幹生教授提供)



トウモロコシ

テオシント

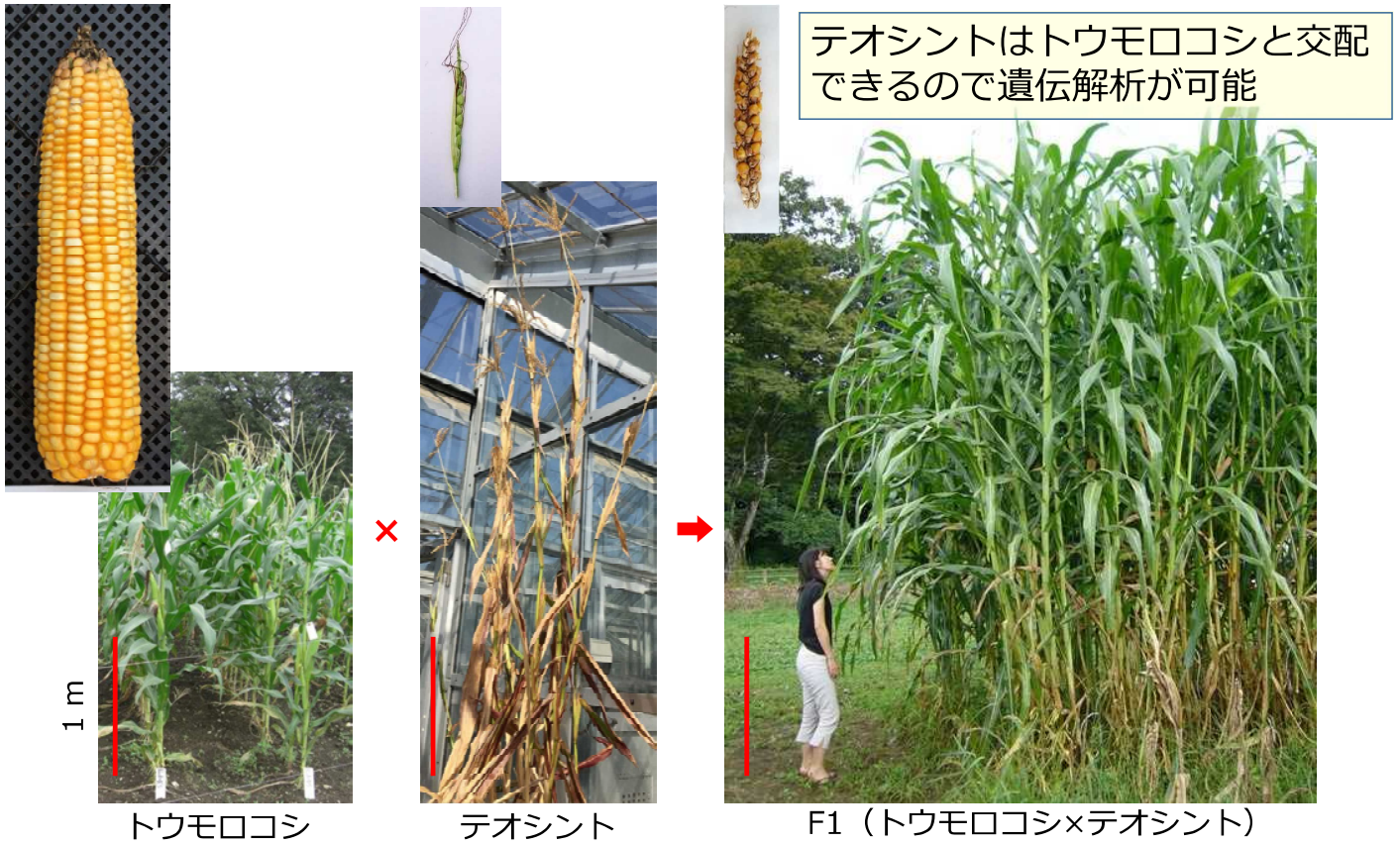


(3) 過剰な土壤水分によって還元状態になることで生じる有害物質に対する耐性を示す  
“湛水・還元耐性”

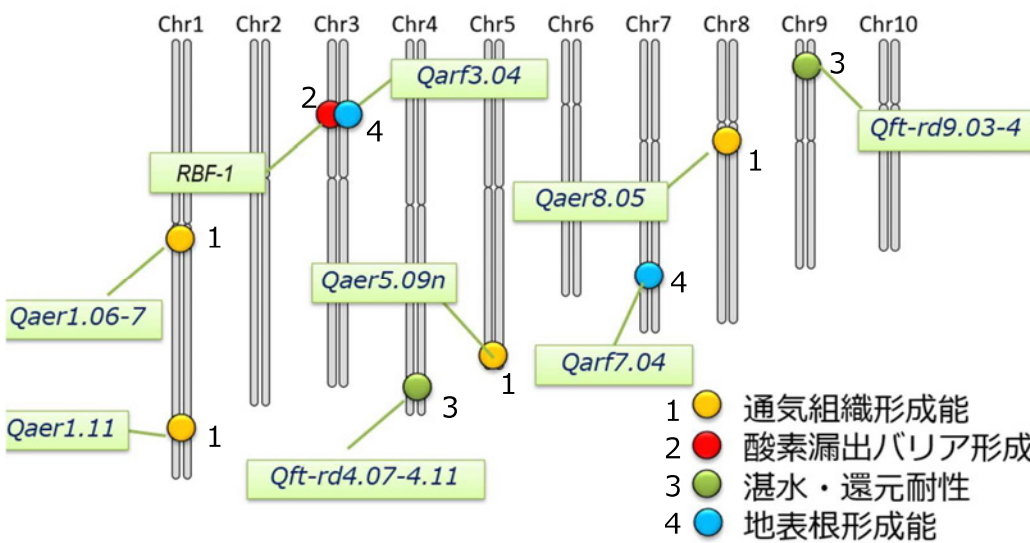


(4) 酸素が多い地表へ不定根を形成する  
“地表根形成能”

テオシントは湿害を回避するための4つの特性を持つ



1-2 関与する形質の遺伝解析 遺伝子のマッピング



テオシントの4つの形質を支配する遺伝子 (QTL) の染色体上の位置を特定

これらの遺伝子を戻し交雑によってトウモロコシ自殖系統に導入する ⇒ 育種素材

### 1-3 優良自殖系統への耐湿性遺伝子の導入 畜産研が作出した耐湿性系統

形質	系統名	導入したQTL	染色体	位置	遺伝背景	供与親
通気組織形成能	IL-AE91	<i>Qaer1.06-1.07</i>	1	1.06-1.07	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
		<i>Qaer1.11</i>	1	1.11		
		<i>Qaer5.09n</i>	5	5.09		
		<i>Qaer8.05</i>	8	8.05		
酸素漏出バリア形成能	IL#11	<i>(RBF1)</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	#468-3	<i>(RBF1)</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
湛水・還元耐性	IL#18a, IL#18b	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Mi47- <i>Qft-rd4.07-4.11</i>	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Mi47	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Na50- <i>Qft-rd4.07-4.11</i>	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Na50	<i>Z. nicaraguensis</i>
	IL#39	-	-	-	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
地表根形成能	#468-4	<i>Qarf3.04</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	IL#32	<i>Qarf7.04</i>	7	7.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Na110	<i>Qarf5.03</i> <i>Qarf8.05</i>	5 8	5.03 8.05	Mi29	<i>Z. mays</i> subsp. <i>huehuetenangensis</i>

Na113



令和3年度品種出願

Na110

品種出願済

Mano & Nakazono (2021) Breed Sci を改変

## 2. 耐湿性トウモロコシの品種育成



弱いトウモロコシ



耐湿性遺伝子の付与



強いトウモロコシ



耐湿性検定

畜産研が作出した耐湿性自殖系統を片親にして優れた交雑組み合わせを選んでF1品種の育成を進めている。

## 2-1 サイレージ用 【これまでの成果】

### 近縁野生種由来の耐湿性遺伝子を持つトウモロコシ新親自殖系統「Na110」

#### 要約

「Na110」は、トウモロコシの近縁野生種テオシントが持つ耐湿性の関連形質“地表根形成能”を優良デント親自殖系統「Mi29」へ導入した新親自殖系統である。水田転換畑など湿害が発生しやすい条件での生育が良好なF1品種の親系統育成に利用できる。

- ・キーワード:SSRマーカー、耐湿性、地表根形成能、テオシント、トウモロコシ
- ・担当:自給飼料生産・利用・飼料作物品種開発
- ・代表連絡先:電話029-838-8647
- ・研究所名:畜産草地研究所・飼料作物研究領域 [https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15\\_s02.html](https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15_s02.html)
- ・分類:研究成果情報

### 【これまでの成果】

「Mi29」に地表根形成能を導入

親系統：「Na110」

F1品種：「那交907号」

(Na110 × Mi47)

共に出願済

### 近縁野生種由来の耐湿性を持つトウモロコシ新品種「那交907号」

#### 要約

「那交907号」はトウモロコシの近縁野生種テオシント由来の耐湿性の関連形質“地表根形成能”を導入した親自殖系統「Na110」を種子親に持つ中生品種である。既存品種に比べて湿害が発生しやすい条件での生育が良好である。

- ・キーワード:耐湿性、地表根形成能、テオシント、トウモロコシ、飼料作物育種
- ・担当:自給飼料生産・利用・飼料作物品種開発
- ・代表連絡先:電話029-838-8647
- ・研究所名:畜産草地研究所・飼料作物研究領域 [https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15\\_s01.html](https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15_s01.html)
- ・分類:研究成果情報

中生品種

既存品種に比べて湿害が発生しやすい条件での生育が良好

## 2-1 サイレージ用 【これまでの成果】

トウモロコシ  
(Mi29)

Na110  
(Mi29 + chr 5,8)

ゆめちから  
(Mi29 × Mi47)

那交907号  
(Na110 × Mi47)



3葉期の植物体に14日間の湛水処理（ポット試験）



圃場における耐湿性試験 14日間の湛水処理直後

地表根形成遺伝子の導入により圃場での湛水栽培で顕著な浅根化



## 2-1 サイレージ用 育成中のF1品種の圃場試験

2021.6.22 (0 d)



2021.7.24 (32 d)



【育成中の系統】  
「Na50」に還元耐性を導入  
親系統：「Na113」  
(令和3年度出願済)  
F1品種 (中生)：育成中

2021.7.6 (14 d)



2021.8.31 (70 d)



圃場で14日間の湛水処理後、通常栽培を行い  
品種登録のための農業  
形質を調査中

## 2-1 サイレージ用

### 育成中の耐湿性F1品種 (中生品種)

還元耐性を導入した「Na113」を片親にしたF1

耐湿性品種候補  
(優良自殖系統×Na113)



湛水圃場で収量が普及品種  
よりも10%高い (品種候補  
として提案予定)

普及品種



写真：畜産研 玉置宏之氏提供

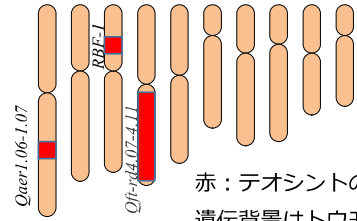


耐湿性品種候補 普及品種

## 2-2 子実用耐湿性トウモロコシの品種育成

自殖系統 (早生)  
+3QTLs (BC5F1)

自殖系統 (早生)



自殖系統 (早生) に戻し交雑と DNA マーカー選抜により 3 つの遺伝子 (QTL) を集積中

今後は

- ・優れた F1 組み合わせの選定
- ・湛水圃場での評価

さらに

- ・極早生系統への遺伝子集積

## 飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状

子実用トウモロコシを中心とする自給飼料の生産利用拡大に向けた新技術

### 【新技術開発に向けて】

- 近縁種テオシントを遺伝資源として用いて、トウモロコシの耐湿性を向上させるという育種戦略が実用段階に近づいている。
- 「複数の耐湿性遺伝子を集積した自殖系統」と「DNA マーカー情報」をセットとして育種現場でも耐湿性品種の開発を可能とするシステムを構築する。簡易なアガロースゲル電気泳動でも確実に遺伝子型を識別できる高精度 DNA マーカーを開発する。

### 「2. 耐湿性トウモロコシの品種育成」担当者

畜産研：玉置宏之・三ツ橋昇平

北農研・九沖農研：トウモロコシ育種関係者

本研究は主に、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」の補助を受けて行った。

# 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

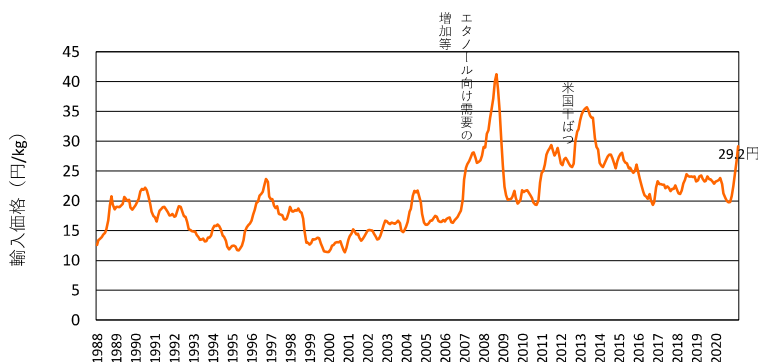


図1. 米国から輸入されるトウモロコシの価格変動

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



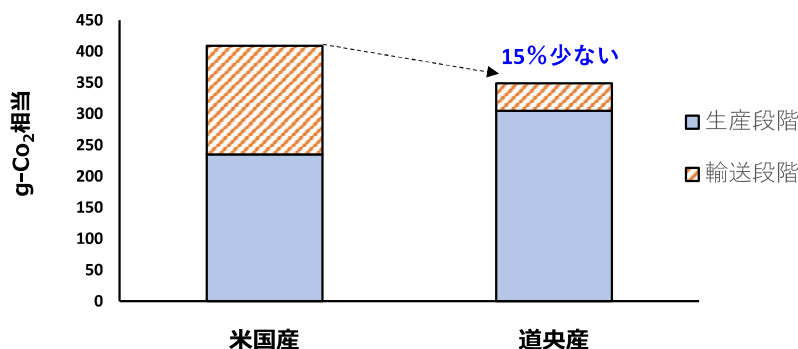
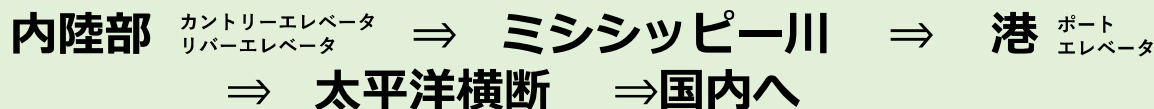
担い手への農地の集積で大規模経営体が増加する一方、米需要の減少から省力的に生産できる水田転作作物として、膨大な飼料需要がある子実用トウモロコシが有望と皆が気づき始めた。

- 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、

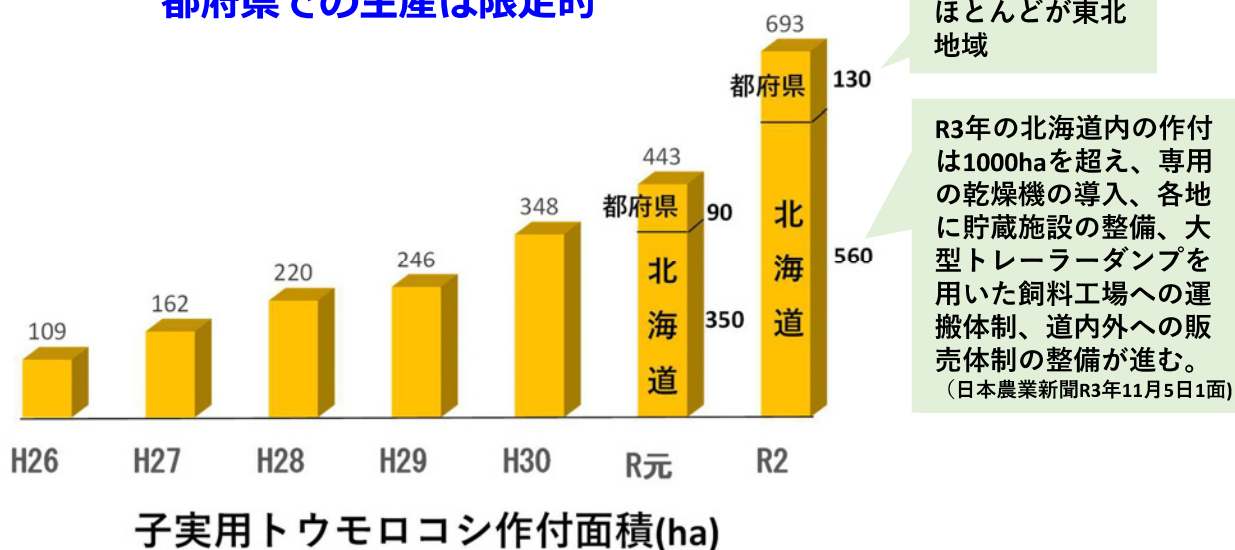


トウモロコシ子実の生産・輸送での温室効果ガス（GHG）排出量

(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)

## 全国の作付面積の推移

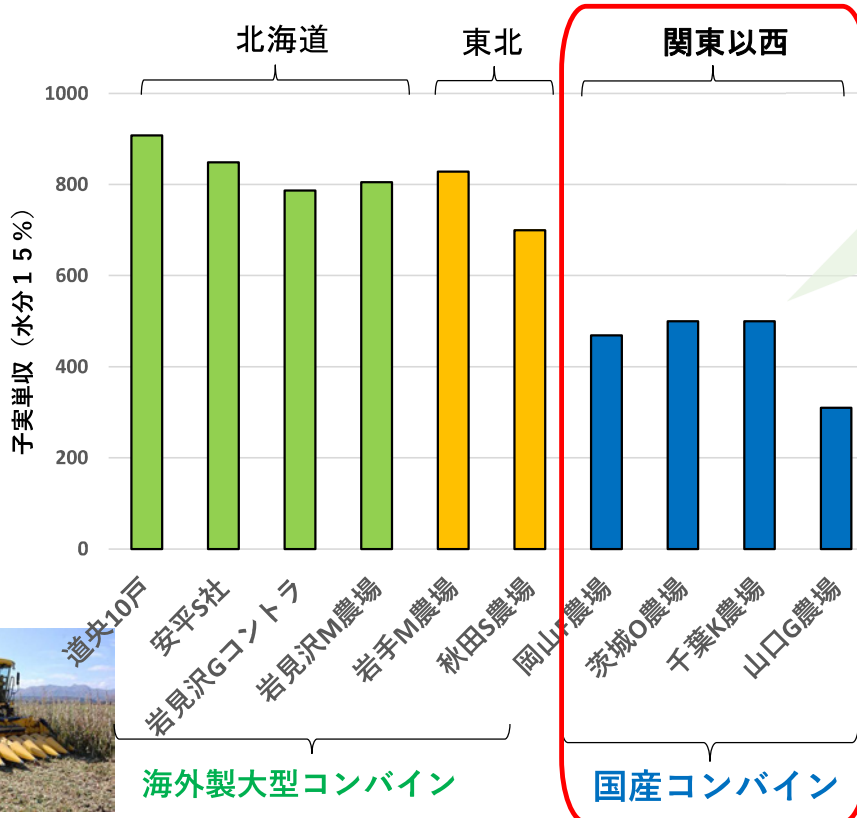
作付の大部分を北海道が占める  
都府県での生産は限定的



農水省「国産濃厚飼料をめぐる情勢」(R3年4月)を一部改変

# 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)



海外製大型コンバイン

国産コンバイン

# 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ド**  
(他作物との共通収穫ヘッド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ド**  
(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

手間を惜しまず、丹精込めて、  
より良いものを・・・

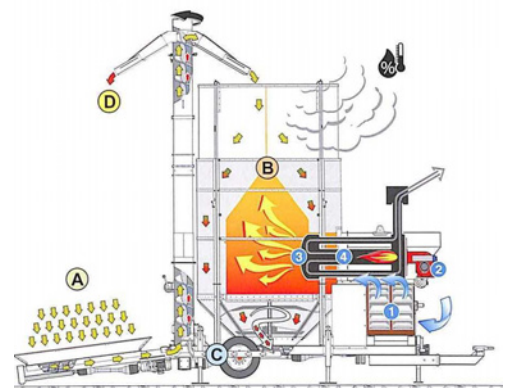
出荷先で破碎が必要

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・嶮野英子氏)



○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



乾燥機を使って  
夾雑物を除去



破碎



上段：フレコンラップ法  
下段：細断ペーラ利用

密封



貯蔵



敷地内空きスペース

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・・・

# 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)

- 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

# 水田輪作における子実用トウモロコシの活用

農研機構東北農業研究センター  
宮路 広武

## ○背景

- ・わが国では、飼料用をはじめとするトウモロコシ子実のほぼ全量を、米国他、海外から輸入(飼料用約1100万トン・2018年度)。
- ・水田を活用した国産飼料穀物として飼料用米生産の振興が図られ、定着も進みつつある(2017年度：50万トン程度、2018年度：42万トン程度)。
- ・一方で、省力化、輪作体系への導入効果を期待して子実用トウモロコシ生産に取り組む生産者が北海道を皮切りに、東北などで現れてきている。
- ・子実用トウモロコシは、今後、一層の労働力の減少が見込まれるわが国農業において省力的に栽培できる作物として注目されている。

## ○実証試験の紹介

試験地；岩手県花巻市

輪作体系；乾田直播種水稻-子実用トウモロコシ-大豆

作業機体系；プラウ耕(スタブルカルチ)

真空播種機

国産汎用コンバイン

試験内容：60.2aの水田圃場で輪作を実施

乾田直播水稻の翌年に子実用トウモロコシを作付け  
(2017年)

収穫したトウモロコシ子実はフレコンラップ法を用いて  
子実サイレージに調製

2

## ○播種作業・真空播種機(5月下旬)



3

## ○国産汎用コンバインによる収穫（10月下旬）



4

## ○子実用トウモロコシ生産に係る作業時間(実証圃場・60.2a)

単位：時間/10a、人

作業日	プラウ耕(スタブルカルチ)体系			
	作業	作業時間	作業人数	延作業時間
11月21日	排水対策(サブソイラ)	0.18	1	0.18
4月28日	堆肥散布	0.35	1	0.35
4月28日	耕 起	0.13	1	0.13
5月19日	施 肥	0.04	1.5	0.06
5月19日	碎土整地	0.21	1	0.21
5月22日	排水対策(明渠)	0.06	1	0.06
5月29日	播 種	0.15	1	0.15
5月29日	土壌処理剤散布	0.08	2	0.17
7月5日	茎葉処理剤散布	0.07	2	0.14
10月25日	収穫作業	0.45	2	0.91
11月13日	残茎処理	0.11	1	0.11
	-	-	-	2.46

\*畦畔管理作業を含めた労働時間は、2.58時間/10a程度

引用文献；宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題-現地実証試験における評価から-」農業経営研究,58(3),9-14.

5

## ○子実用トウモロコシ生産・費用(10a)

単位；円/10a

	費用	備考
種苗費	5,653	・播種量は2.58
肥料費	8,100	kg/10a.
農業薬剤費	4,965	・施肥量は豚糞
資材費	485	堆肥2t+化成肥
燃料費	1,340	料(14-14-14)
租税公課諸負担	312	80kg/10a.
農業機械費	25,773	・資材は薬剤散
労働費	3,870	散布用水タン
土地改良水利費	7,000	クとグレイン
地代	7,000	バック.
総計	64,499	
現物1kg当	75.7	
現物収量(水分30%)	852kg/10a	

### ・費用試算の条件

- ・ 水稻(乾田直播)-子実トウモロコシ-大豆の3年3作を想定
- ・ 実証試験地の3年間のアメダスデータ、実証試験作業時間データに基づき、子実トウモロコシの作付可能面積18ha(延べ作付面積54ha)を想定
- ・ 子実用トウモロコシ生産で必要となる汎用コンバインは、水稻、大豆にも利用を想定

引用文献；宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題-現地実証試験における評価から-」農業経営研究,58(3),9-14.

6

## ○子実サイレージ調製・フレコンラップ法（粉砕作業）



7



## ○子実サイレーシ調製・フレコンラップ法(封印・ラッピング作業)



8

## ○子実サイレーシ調製(フレコンラップ法)に係る作業時間・費用

トウモロコシ子実サイレーシ調製作業時間  
(フレコンラップ法・1000L)

単位：時間/1ロール

作業項目	作業時間	作業人員	延作業時間
破砕	0.097	2	0.193
フレコン詰め	0.100	1	0.100
運搬	0.106	1	0.106
封印	0.031	1	0.031
ラッピング・運搬	0.036	2	0.072
合計	-	-	0.502

トウモロコシ子実サイレーシ調製  
に係る変動費(1000L)

(円)

資材	価格
フレコン	950
結束バンド	100
乳酸菌	280
ラップフィルム	684
燃料費	242
労働費	753
1ロール当	3009
現物1キロ当	4.1

引用文献；宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題-現地実証試験における評価から-」農業経営研究,58(3),9-14.

9

## ○子実サイレーヅ調製に係る費用(フレコンラップ法・1000L)

(単位：円)

ロール数	100	200	300
変動費	300,910	601,820	902,730
機械機器費	1,024,811	1,281,551	1,501,221
合計	1,325,721	1,883,371	2,403,951
1ロール	13,257	9,417	8,013
現物1kg	18.1	12.9	10.9

\* 100ロールは8.6ha, 200ロールは17.2ha程度の収穫面積となる。  
(実証試験の収量に基づく)

引用文献；宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題  
-現地実証試験における評価から-」農業経営研究,58(3),9-14.

10

## ○子実用トウモロコシ生産に係る収支(10a)

単位；円/10a

	費用		
販売価格	35円	45円	55円
子実用トウモロコシ生産費用	64,499	64,499	64,499
子実サイレーヅ調製費用	10,991	10,991	10,991
合計①	75,490	75,490	75,490
販売収入②	29,820	38,340	46,860
水田活用直接支払い交付金③	35,000	35,000	35,000
a市産地交付金(担い手集積加算)④	8,000	8,000	8,000
収支A((②)-①)	-45,670	-37,150	-28,630
収支B((②+③)-①)	-10,670	-2,150	6,370
収支C((②+③+④)-①)	-2,670	5,850	14,370

注)：試験を実施した2017年の助成体系に基づく。

引用文献；宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの生産に係る費用と定着に向けた課題  
-現地実証試験における評価から-」農業経営研究,58(3),9-14.

11

○大豆乾燥施設を用いた乾化作業(青森県)



12

○大豆乾燥施設を用いた乾化作業(山形県)



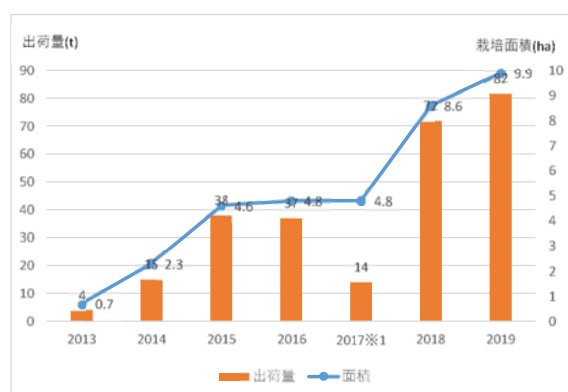
13

## ○移動式乾燥機による乾燥作業



14

## 耕畜連携による子実用トウモロコシ生産(岩手県・A農場)



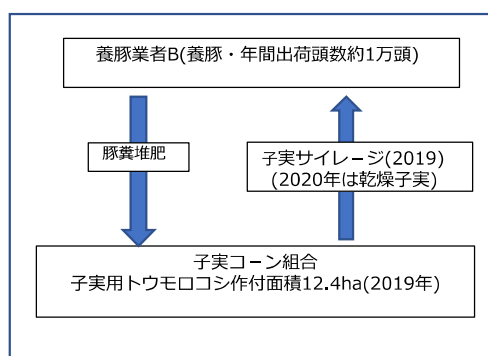
A農場：作付面積85ha、主な作目は水稲(移植)21.2ha、水稲(乾田直播)8.6ha、小麦36.2ha、大豆9.1ha、子実用トウモロコシ9.9ha

- ・養豚業者との連携のもと子実用トウモロコシ生産に取り組む。
- ・水稲、小麦、大豆、子実用トウモロコシを組み合わせることで、年間作業の平準化と機械の共通化による経営の効率向上を図っている。
- ・調製は、2018年 子実サイレージ(フレコンラップ法)、2019年 子実サイレージ(マルチコンパクタ)、2020年 乾燥(移動式乾燥機、設置型乾燥機)。

資料：幸田ら(2020)「耕畜連携で子実用トウモロコシの栽培面積を拡大」『国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集』日本草地畜産種子協会、令和2年。

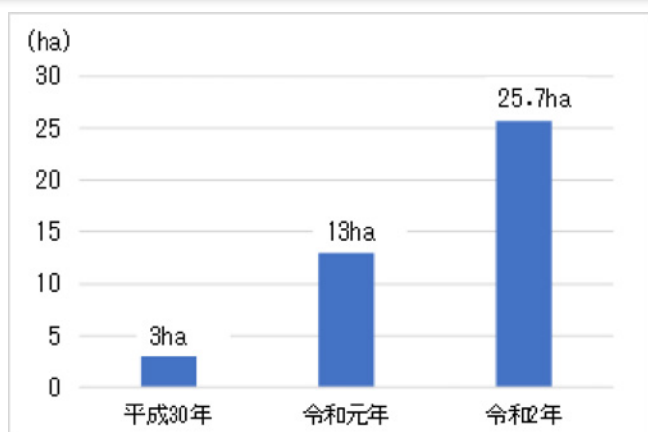
15

- ・子実用トウモロコシの利用を開始したきっかけは、2013年に近隣の耕種農家グループから話を持ち掛けられたことによる。
- ・国産トウモロコシ子実の利用量は、2013年の4トンから2019年には97トンに。
- ・豚肉の輸出に取り組む中、国産豚肉のアピールポイントを考えたときに、その殆どを輸入飼料に頼っている実態を改めて実感し、国際的な生産物の差別化の観点からも国産飼料、地場産飼料の利用を意識するようになる。
- ・子実用トウモロコシの生産・利用による耕畜連携を行うことで、堆肥の処理が行える点も大きなメリットと考えている。
- ・現状は、まだ限定的な利用量に留まる。乾燥-子実サイレージ-乾燥と調製方法を検討してきたが、最終的に利用量が増加した場合は、乾燥利用を想定。



資料：宮路ら(2020)「国産子実用トウモロコシの積極利用と耕畜連携の取組」『国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集』日本草地畜産種子協会、令和2年。 16

中山間地での子実用トウモロコシ生産(山形県・C農場)



- ・C農場：経営面積190ha程度、主な作目は、主食用米20ha、飼料用米(粳米SGS用)27ha、大豆85ha、子実用トウモロコシ25.7ha、牧草20ha、ブロッコリー9ha など(令和2年度)
- ・和牛肥育農家との連携のもと子実用トウモロコシ生産に取り組む。
- ・経営面積は、200ha近くに広がり、農地も分散。そろそろ限界に達しつつある。省力的な作物として子実用トウモロコシを導入。
- ・子実用トウモロコシは、大豆、ブロッコリーを含めた輪作も想定。
- ・ロータリ耕、国産汎用コンバイン。大豆乾燥調製施設利用。

資料：宮路(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」『国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集』日本草地畜産種子協会、令和3年。 17

### D牧場の概要

飼養頭数	肥育牛	繁殖牛(主に委託経営)
	700頭	350頭
特徴	国産飼料100%	
飼料原料	飼料用生粳、飼料用乾燥粳 飼料用玄米、大麦、ふすま 大豆搾りかす、脱脂米ぬか ひきぐるみそば粉、酒粕 トウモロコシ子実 稲わら、牧草	



### 国産飼料原料の調製加工方法

原料	調製加工
飼料用生粳	粳米サイレージ
飼料用乾燥粳	圧ペン処理
飼料用玄米	玄米ベレット
大麦	圧ペン処理
トウモロコシ子実	圧ペン処理

- ・2014年から国産飼料100%給与による和牛肥育に取り組んでおり、2017年からは、全頭への給与を実現させている。
- ・飼料用米とともにもう一つの主要飼料として国産子実用トウモロコシに注目、2018年の試験研究機関との給与試験をへて2019年から利用開始。
- ・現状は、供給量が限られているため限定的利用。

資料：宮路(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」『国産濃厚飼料の生産・利用に関する事例集』日本草地畜産種子協会、令和3年。

18

### ○緩傾斜水田合筆圃場における子実用トウモロコシ生産(福島県)



19

## ○緩傾斜水田合筆圃場における子実用トウモロコシ生産(福島県)



20

## ○まとめ

- ・子実用トウモロコシは、省力的な生産が可能。
- ・収支を賄うためには、一定の収量確保も必要。
- ・大豆などとの汎用利用を行うことで機械費は低減。
- ・耕畜連携を行うなど、堆肥の有効活用や一定の販売価格を確保する工夫も有効。
- ・今後も担い手への農地の集積等が想定される中で、省力生産可能な作物として定着が期待される。

21





### 3 研究・技術紹介（続き）

農研機構の重点普及成果情報等の最新技術紹介

(1) フェストロリウム品種「那系1号」の特性と現地栽培試験

農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域  
飼料作物育種グループ 内山 和宏

(2) 周年親子放牧技術

農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域  
省力肉牛生産グループ 中尾 誠司

(3) 粳米サイレージ調製の高効率化技術

農研機構畜産研究部門畜産飼料作研究領域  
河本 英憲



## フェストロリウム品種「那系1号」の特性と現地栽培試験

農研機構 畜産研究部門  
畜産飼料作研究領域 飼料作物育種グループ  
内山和宏

### 1. はじめに

フェストロリウム(*Festulolium*)は、越冬性、越夏性、永続性に優れたフェスク類(*Festuca*属、メドウフェスクやトールフェスク)と高品質・多収で耐湿性に優れたライグラス類(*Lolium*属、ペレニアルライグラスやイタリアンライグラス、それらの雑種であるハイブリッドライグラス)とを人為的に交雑させることによって、両属の特性を併せ持った牧草種(属間雑種)である。フェストロリウムは、東北北部を中心にイタリアンライグラスの越冬が困難な地域で栽培可能で、高品質で多収な採草用の多年生牧草として利用できる。この地域の基幹牧草である多年生イネ科牧草のオーチャードグラスと比べて、耐湿性、初期生育、消化性などにも優れる。

寒冷地向きのフェストロリウム品種としては、収量性に優れ転換畑での栽培も可能な耐湿性を併せ持つ農研機構育成の「東北1号」が販売され、東北北部を中心に普及が進んでいる。しかし、「東北1号」は寒冷地南部や温暖地においては越夏性が不十分で永続性が低い。「那系1号」は越夏性に優れ、東北北部の寒冷地から比較的冷涼な温暖地まで広域に普及が期待される。

### 2. 「那系1号」の育成と特性

「那系1号」は、農研機構畜産研究部門(栃木県那須塩原市)で育成した品種である。越夏性に優れるライグラス類である「アキアオバ3」(茨城県育成)、「ハイフローラ」、「ハヶ岳H-2号」、「ヤツカゼ2」(以上、山梨県育成)と越冬性に優れるメドウフェスクである「トモサカエ」(農研機構北海道農業研究センター)及び「ファースト」(雪印種苗(株)北海道研究農場)を倍加した四倍体の越夏性に優れる個体を選抜・交配し属間雑種を作出しました。それらの後代から栃木県北部那須塩原市で越夏性を中心に選抜を行い、育成した品種である。

「那系1号」の特性は、次のとおりである。

- ・収量性：乾物収量は、試験期間中の合計で比べると「東北1号」の102~148%、平均で108%と多収である(8試験地9試験、図1)。
- ・越夏性：8月以降の乾物収量が「東北1号」よりも高く(図2)、越夏性(那系1号：6.2、東北1号：4.6)に優れる。関連する病害である葉腐病(那系1号：2.0、東北1号：3.2)および冠さび病(那系1号：1.5、東北1号：3.1)の罹病程度も低い(表1)。
- ・早晚性：出穂始日は「東北1号」より6日早く、草丈が高い(那系1号：102.3cm、東北

1号：92.7cm、表1)。

・その他の特性：越冬性（那系1号：4.2、東北1号：3.8）、越冬性に関連する雪腐病罹病程度（那系1号：5.3、東北1号：5.9）、早春の草勢（那系1号：5.9、東北1号：5.3）、秋の草勢（那系1号：6.6、東北1号：6.3）および耐倒伏性（倒伏程度、那系1号：2.5、東北1号：2.7）は「東北1号」と同等の水準である（表1）。

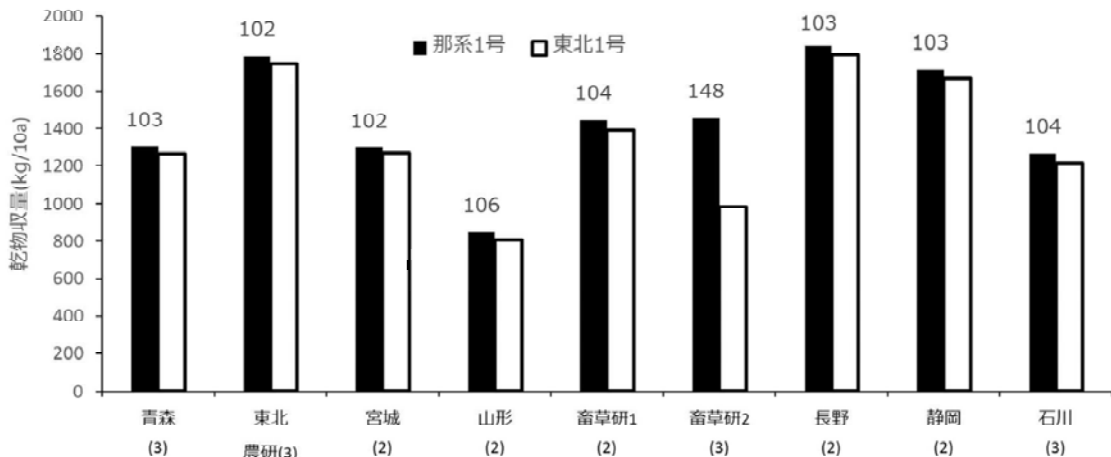


図1. 「那系1号」と「東北1号」の試験期間中の年間合計乾物収量

場所名の後の括弧内の数字は調査年数、収量は調査年の平均値、「那系1号」の棒場の数値は「東北1号」比%。播種年は青森の2010年を除き2009年。なお、畜草研2は2年目の2010年の猛暑による枯死のため2011年に再播種した。

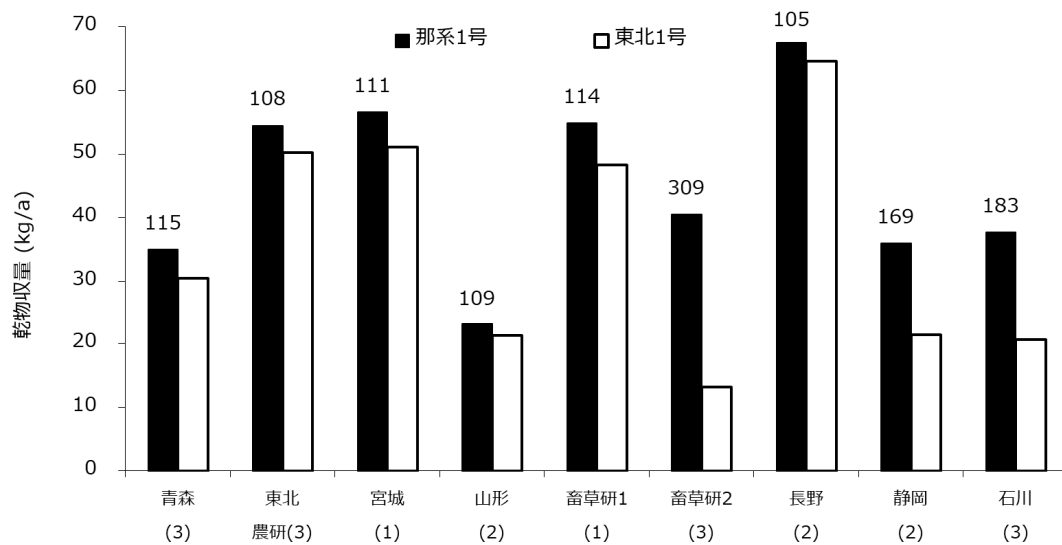


図2. 「那系1号」と「東北1号」の8月以降の乾物収量

場所名の後の括弧内の数字は調査年数、収量は調査年の平均値、「那系1号」の棒場の数値は「東北1号」比%

寒冷地から温暖地における基幹草種オーチャードグラス（品種「まきばたろう」）と比較した「那系1号」の特性は、次のとおりである。

・収量性：年間合計乾物収量（利用1年目）は「まきばたろう」より 231kg/10a 多収であ

る（収量比は113%、表2）。

- ・早晩性：「那系1号」は「まきばたろう」より2日遅い程度で出穂始日が近い（表2）。
- ・その他の特性：初期生育（定着時草勢、那系1号：5.3、まきばたろう：1.0）や消化性（セルラーゼによる乾物分解率、那系1号：50.9%、まきばたろう：42.5%）が大幅に優れる（表2）。

表1. 「那系1号」の諸特性

	那系1号	東北1号	備考
出穂始日	5月16日	5月22日	9試験地平均
出穂期草丈	102.3	92.7	cm、9試験地平均
倒伏程度	2.5	2.7	1少-9甚、7試験地平均
寒冷積雪地越冬性	4.2	3.8	1不良-9良、青森・山形
雪腐病罹病程度	5.3	5.9	1微-9甚、山形
越夏性	6.2	4.6	1不良-9良、6試験地平均
葉腐病罹病程度	2.0	3.2	1微-9甚、2試験地平均
冠さび病抵抗性	強～中	中	宮崎畜試（特性検定試験）
冠さび病罹病程度	1.5	3.1	1微-9甚、3試験地平均
早春の草勢	5.9	5.3	1不良-9良、6試験地平均
秋の草勢	6.6	6.3	1不良-9良、6試験地平均

試験地：青森畜産研、東北農研（盛岡）、宮城畜試、山形畜試、畜草研（那須塩原・2試験）、長野畜試、静岡畜技研、石川畜試

試験期間：2008～2011年（一部は2010年の猛暑による夏枯れで試験中止、畜草研の2試験のうち1試験は2011～2014年）

評点は、1-9の9段階

表2. オーチャードグラス「まきばたろう」との諸特性の比較

	那系1号	東北1号	まきばたろう
出穂始日	5月4日	5月8日	5月2日
定着時草勢（1不良-9良）	5.3	4.3	1.0
早春の草勢（1不良-9良）	5.3	5.5	2.5
秋の草勢（1不良-9良）	4.3	5.0	5.3
年間合計乾物収量(kg/10a)	2058	1969	1827
乾物分解率(%)	50.9	51.6	42.5

畜草研（那須）の利用1年目（2009年）の結果

評点は、1-9の9段階

### 3. フェストロリウムの栽培方法

フェストロリウムの栽培方法（栽培暦）を図3に示した。

播種は秋播きが基本で、播種は地域に応じ8月下旬～10月上旬に行い、オーチャードグラスより10日程度遅れても大丈夫である（図3）。

「東北1号」や「那系1号」のような四倍体フェストロリウム品種では、都府県では3～4年程度の永続性が期待される。年3～4回の刈取りが可能である（図3）。「東北1号」と「那系1号」の使い分けについては、「東北1号」は、東北北部を中心に3回刈りでの管理がすすめられている。「那系1号」は越夏性（越夏後の再生）に優れることから、4回刈りでの刈取り管理や、東北南部、温暖地北部で能力を発揮すると考えられる。

年によっては、猛暑による夏枯れが発生する場合がある。対策として、越夏前の刈取りは梅雨の合間や梅雨明けを目安に10cm以上の高刈りにするとともに、夏枯れが発生した場合は、晩夏の刈取りを遅らせ植生の回復を図る（刈取り回数を3回に抑える）。また、夏枯れが著しい場合には、草地更新や追播も検討する。

### 播種年

	8月			9月			10月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
東北北部			播種						
東北中部				播種					
東北南部					播種				
温暖地北部						播種			
栽培管理	<播種前の圃場準備> 地上部植生処理→耕起・圃場の酸度矯正・堆肥散布→整地 <播種> 基肥施用→播種→覆土・鎮圧								

### 播種2年目以降

	2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月					
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
栽培管理				早春施肥						1 追番肥 草刈取						2 追番肥 草刈取						3 追番肥 草刈取						4 追番肥 草刈取		

図3. 「那系1号」の栽培暦

#### 4. 現地栽培（実証）試験

2020年から種苗会社、試験場、普及所に協力を依頼し、畜産農家、試験場、公共牧場などで実規模による現地栽培（実証）試験を福島県、栃木県を中心に開始した。2020年は、栃木県3か所（那須塩原市、那須町2か所）、福島県2か所（二本松市、平田村）に草地を造成した。2021年は、栃木県3か所（那須塩原市2か所、那須町）、福島県3か所（二本松市2か所、伊達市）に草地を造成した。また、静岡県、大分県、熊本県などでも草地が

造成された。

利用1年目までの結果ではあるが、除草剤の適切な利用、適切な肥培管理、越夏性に配慮した刈取り管理などの重要性が確認された。

なお、この研究の一部は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ）、平成23～25年度により行われた。

## 5. 参考文献

農研機構（2021） 採草用多年生イネ科牧草フェストロリウム品種「那系1号」標準作業手順書 [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/naro/sop/140561.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/140561.html)

農研機構東北農業研究センター（2019） 耐湿性と栄養価に優れた新型牧草フェストロリウム東北1号栽培マニュアル改訂版2.0 [http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/kind-pamph/048102.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/048102.html)

農研機構東北農業研究センター、岩手県農業研究センター（2021） 多年生ライグラス追播によるオーチャードグラス経年草地の湿害低減技術 [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/files/kisho-risk-shiryo8.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/kisho-risk-shiryo8.pdf)

内山和宏（2020） 越夏性に優れ転作田などで高品質な飼料が生産できるフェストロリウム品種「那系1号」 畜産技術 784：27-29.

内山和宏（2021） イチからわかる飼料作物の基本 その8 フェストロリウム編 デーリイジャパン 2021年8月号：60-64

農研機構．多年生ライグラス追播によるオーチャードグラス経年草地の湿害低減技術

上山泰史（2021） 都府県における採草向きライグラス類の品種と栽培について．牧草と園芸 69(5)：1-6.

農研機構の重点普及成果情報等の最新技術紹介

# 周年親子放牧技術

農研機構畜産研究部門 畜産飼料作研究領域  
省力肉牛生産グループ 中尾誠司

## 周年親子放牧の特徴

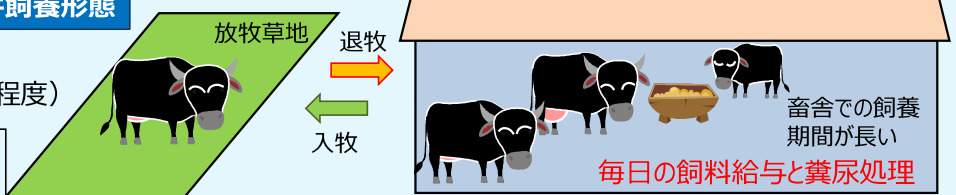


**背景** 農業人口の減少に伴う耕作放棄地対策や和牛の増産が政策課題 → **放牧の活用**

### 従来の放牧を取り入れた繁殖牛飼養形態

- ・夏季中心（6ヶ月間程度）
- ・妊娠牛のみ（飼養頭数の半数程度）

子牛生産に対する  
コスト削減効果1割程度



**省力メリットを最大限に活かした新たな飼養形態（放牧の期間と対象を拡大）**

### 周年親子放牧



### メリット

1. 導入場所を選ばない（耕作放棄地で十分）
2. 初期投資が少ない（堅牢な施設は不要）
3. 母乳で良好な成長（早期離乳より優位）
4. 収益性の高い子牛生産（省力・低コスト）



# 周年親子放牧のメリット

## メリット1: 場所を選ばない(耕作放棄地で十分)



## メリット2: 初期投資が少ない(堅牢な施設は不要)

牛舎による飼養管理

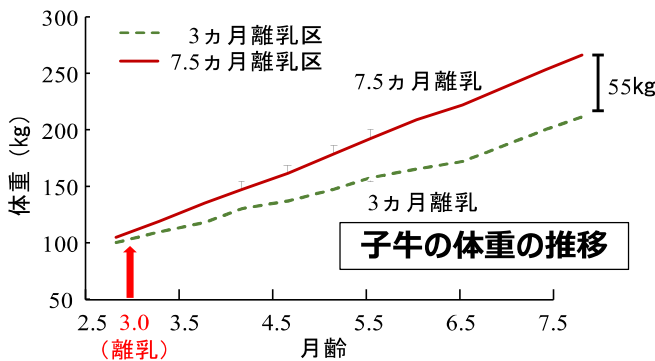


周年親子放牧による飼養管理



# 周年親子放牧のメリット

## メリット3: 母乳で良好な成長(早期離乳より優位)



・草が多く穀物が少ない飼料を与えられた黒毛和種子牛を用い、3ヵ月齢で離乳した場合（離乳区）と、7.5ヵ月齢で離乳した場合（親子区）について比較。母牛がそばにいるかいないかを除き、全て同じ飼養環境。両区でエサの食い込みはレベルほぼ同じ。

- ・8ヵ月齢時点で親子区の子牛の方が約50kg大きくなる。
- ・親子区ではさらに母乳を摂取していること、母牛から常に世話され、ストレスレベルが低かったことに起因すると考察。

## メリット4: 収益性の高い子牛生産 (省力・低コスト)

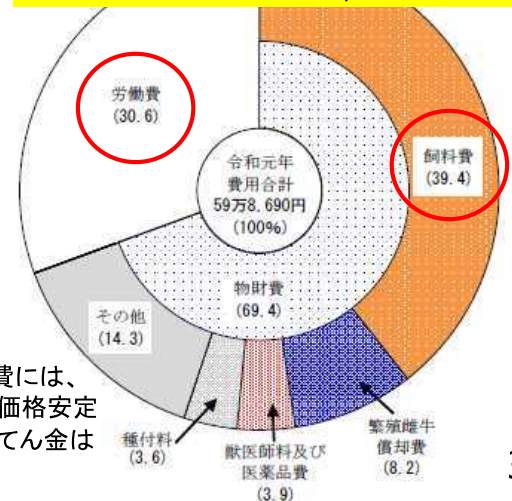
### 労働費の削減 → 周年親子放牧の導入

舎飼い労働費の70%を占める給餌と排泄物処理を省力化するため、周年放牧を導入

### 物財費の削減 → 牧草作付けの最適化

物財費の約57%を占める飼料費を削減するため、牧草作付けを最適化し、放牧期間の最大化と購入飼料費の最小化を実現

子牛生産費の内訳 (舎飼い/1頭当たり)



注: 飼料費には、配合飼料価格安定制度の補てん金は含まない。

## メリット4：収益性の高い子牛生産 (省力・低コスト) ① 物財費の削減効果

### 子牛の生産費

$$\text{費用合計} = \text{物財費} + \text{労働費}$$

表1 物財費の統計値と周年親子放牧（試算値）との比較

	購入 飼料費 (千円/頭)	自給 飼料費 (千円/頭)	繁殖牛減 価償却費 (千円/頭)	その他の 費用 (千円/頭)	物財費 合計 (千円/頭)	物財費 統計値 対比%	年間 所得 (千円)	10年間の 通算所得 (千円)
統計値 <sup>1)</sup>	160	78	45	128	411	100	-	-
周年親子放牧 <sup>2)</sup>	73	27	34	106	239	58	5,813	22,321

1) 農林水産省 農水省畜産物生産費・2018年全国より。

2) 以下に示すモデルの10年目の試算値。

3) 技量（BCSの見極め技術）の不足による生育のバラツキや発育遅延により、子牛販売単価を4万円減として試算。

- ・ 場所：栃木県東南部
- ・ 草地面積：1年目1haから開始し、10年目7haまで拡大
- ・ 繁殖率：85%、子牛育成期間の事故率：6%
- ・ 繁殖用素牛：初年目に10頭を購入し、自家育成で10年間に後継牛を約20頭まで増頭
- ・ 所得：去勢牛の販売単価は70万円、メス子牛は販売・購入とも60万円として試算

物財費  
約42%  
減

4

## メリット4：収益性の高い子牛生産 (省力・低コスト) ② 労働費の削減効果

表2 飼養形態別作業時間（≒労働費）

飼養形態	作業時間 <sup>1)</sup> (子牛1頭当たり)
舎飼	166.1
放牧	74.7
放牧/舎飼(%)	45

労働費  
約55%  
減

1) 実証経営S牧場（栃木県）における作業時間。経営規模・内容は表1とほぼ同じ。

条件次第では、子牛生産費の内、物財費を4割、労働費を5割  
削減し、全体で4割削減も可能

5

## 普及に向けた課題

### 1. 放牧監視

- ・発情の見逃し
- ・子牛の生育
- ・脱柵、給水、漏電

### 2. 子牛の取り扱い

- ・放牧子牛の野良牛化

### 3. 飼養管理

- ・飼料資源の通年確保
- ・補助飼料の要否

### 4. 経営予測

- ・経費と収益
- ・作業手順

現状では経験と勘に頼った作業が主流

結果が熟練度に左右



技術の普及は期待できない  
(=新規参入は望めない)

6

# 普及に向けた課題 2 : 多様な生産環境への対応

## 多様な生産環境

### 周年親子放牧の放牧カレンダー

5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
牧草放牧						① 牧草放牧					
						② 飼料用ムギ類放牧					
						③ 貯蔵・流通飼料給与					



①  
牧草放牧  
(バヒアグラス)  
大分県



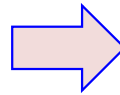
②③  
飼料用ムギ類放牧+貯蔵  
飼料給与 (ライムギ+イネ  
WCS)  
栃木県



③  
貯蔵飼料給与  
(牧草およびコーンサイレージ)  
岩手県

7

- ・経験と勘に頼った管理
- ・多様な生産環境



数値に基づいた生産管理

## 技術開発研究の目指す目標

- 周年親子放牧の導入に必要な各種要素技術を見える化し、
  - 現行の舎飼平均比で子牛 1 頭あたりの生産費を4割程度削減させ、
  - 舎飼牛と遜色ない「9ヶ月齢で280kg」の子牛生産を、
  - 新規参入者でも可能とする生産方式
- を提示する**



目標達成のため

ICT等を導入した周年親子放牧技術体系の構築を目指し、  
2016年～2020年の5年間、以下の研究を推進。

- ・農研機構第4期中課題「周年親子放牧を基軸とした超低コスト素牛生産体系の確立」(2016～2020)
- ・農林水産省「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち先導プロジェクト)「ICT等を活用した周年親子放牧による肉用子牛生産の省力化・低コスト化技術の開発」2016
- ・農林水産省「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち人工知能未来農業創造プロジェクト)「AIやICTを活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」(2017～2020)

8

## 目標達成を可能とする生産工程 ①

### 生産状況の確認手段：ボディコンディションスコア

#### 営農計画の立案



#### 営農計画

(周年親子放牧導入支援システム)



#### 飼料の通年安定供給

(牧草作付け支援システム)

#### 改善策の適用



子牛のBCSに基づく補助飼料給与

#### 放牧の実践



飲水の省力通年安定供給  
(飲水凍結抑制システム)



作付け計画に沿った草地造成



効率的な子牛の馴致  
(子牛馴致の解説動画)



健全な子牛育成  
効果的なEBL対策

EBL：地方病性牛伝染性リンパ腫

#### 生産状況の確認



ボディコンディションスコア (BCS) による確認

BCS：牛の太り具合ややせ具合を触診と見た目で見極め、スコア化する方法。ある程度の熟練が必要。

※赤字は  
新技術

9

# 目標達成を可能とする生産工程 ② 生産状況の確認手段：体重計測値

## 営農計画の立案



営農計画  
(周年親子放牧導入支援システム)



飼料の通年安定供給  
(牧草作付け支援システム)

## 改善策の適用



子牛の体重推移に基づく補助飼料給与

## 放牧の実践



飲水の省力通年安定供給  
(飲水凍結抑制システム)



作付け計画に沿った草地造成



効率的な子牛の馴致  
(子牛馴致の解説動画)



健全な子牛育成  
効果的なEBL対策

EBL：地方病性牛伝染性リンパ腫

## 生産状況の確認



子牛の体重推移の把握  
(放牧牛体重計測システム)

体重値の  
遠隔把握



※赤字は  
新技術

10

# ICTを導入した収益性の向上効果

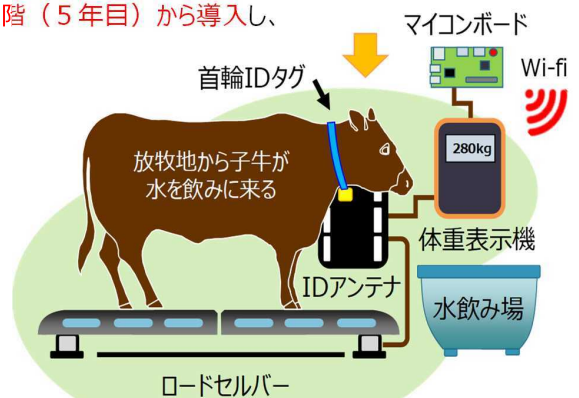
表3 ICT（自動体重計）の導入が物財費と収益性に及ぼす影響

生産工程と 生産状況の確認手段	購入 飼料費 (千円/頭)	自給 飼料費 (千円/頭)	繁殖牛減 価償却費 (千円/頭)	その他の 費用 (千円/頭)	物財費 合計 (千円/頭)	物財費 統計値 対比%	年間 所得 (千円)	10年間の通 算所得 (千円)
生産工程 ① BCS/判断熟達 <sup>1)</sup>	73	27	34	106	239	58	5,813	22,321
BCS/判断未熟 <sup>1)</sup>	73	27	34	106	240	58	5,246	19,089
生産工程 ② 自動体重計 <sup>2)</sup>	73	27	34	117	251	61	5,604	21,066

1) 放牧条件：表1と同様。

2) 放牧牛体重計システム導入：本体209万円を繁殖牛15頭の段階（5年目）から導入し、飲水は既存施設を使用することで試算。

● 技術的に未熟な新規参入者を支援するためには、ICTの導入が有効



放牧牛体重計測システム

11

# 周年親子放牧導入マニュアル



周年親子放牧の特徴を子牛の生産面と営農面から解説



計画立案から放牧開始までの流れと、その後の管理について解説



周年親子放牧に有効な新技術を解説・紹介

・周年親子放牧導入マニュアル集とシステムアプリケーションの農研機構Web公開サイト(令和3年)

[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/140413.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/140413.html)

冊子名		ページ数
入門編		46
基本技術導入編		224
新技術解説編		290
1	周年親子放牧導入支援システム	42
2	牧草作付け計画支援システム	44
3	牧柵整備計画支援ツール	22
4	家畜飲水システム	20
5	放牧牛体重計測システム	20
6	個体識別遠隔自動給餌システム	17
7	周年親子放牧管理システム	90
8	親子放牧子牛の効率的馴致法	9
9	クラフトバルブ活用マニュアル	11
10	クレープ草地を利用した親子放牧子牛の効率的育成法	15

サイトの二次元コード



12



※本稿で紹介した内容は、農研機構中課題、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)」および「同事業(うち人工知能未来農業創造プロジェクト)」の支援を受けて得られた成果に基づいています。

# 粃米サイレージ調製の 高能率化技術

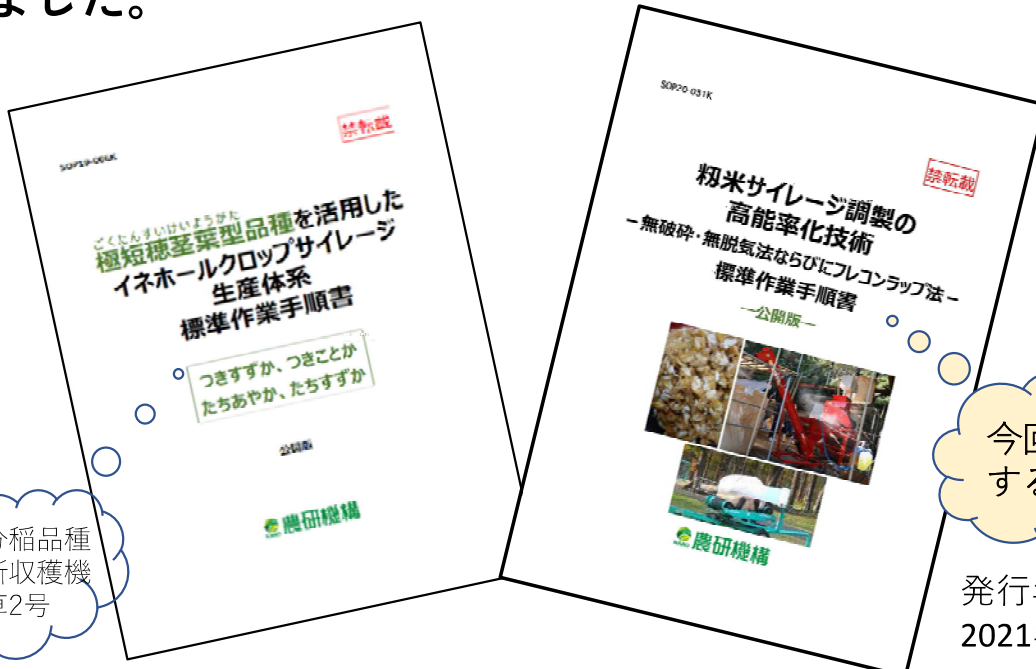
— 無破碎・無脱気法ならびにフレコンラップ法 —

農研機構畜産部門  
河本英憲

## 本日の紹介内容



イネWCSに続いて粃米サイレージ調製についての標準作業手順書（SOP：Standard Operation Procedures）を公表しました。



今回ご紹介  
するSOP

発行年月日：  
2021年4月28日

高糖分稲品種  
微細断収穫機  
畜草2号

はじめに

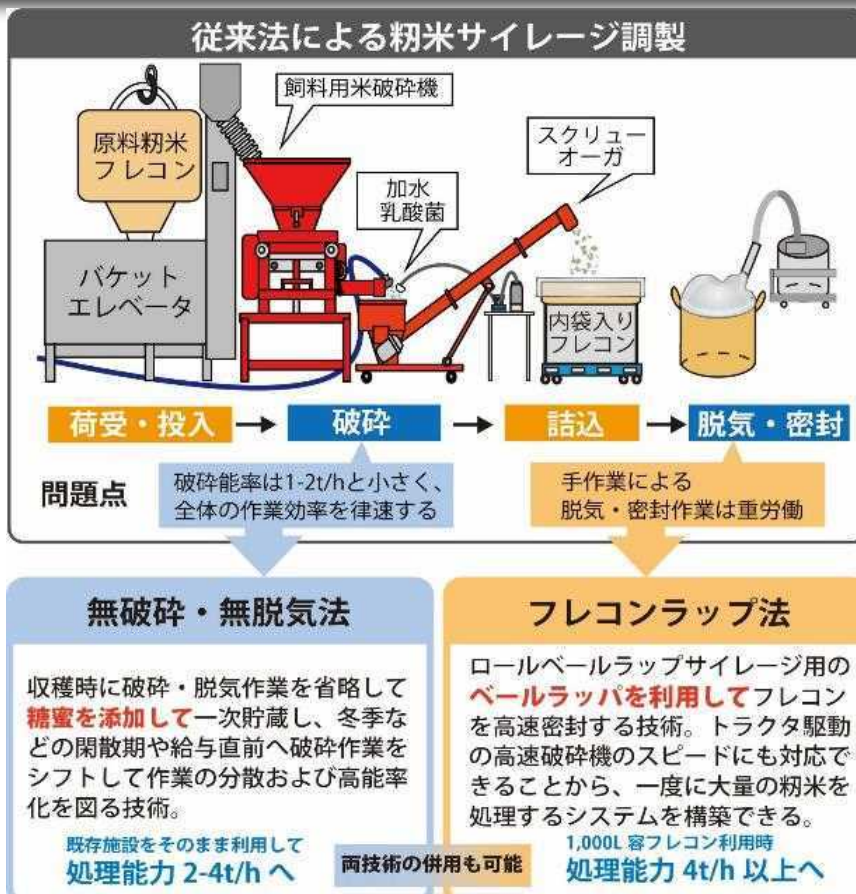
- I 粗米サイレージ調製技術の問題点と解決法
- II **無破碎・無脱気法**の具体的手順
- III **フレコンラップ法**の具体的手順
- IV 生産現場への導入事例
- V 粗米サイレージの泌乳牛への給与
- VI 経済効果

粗米サイレージ調製に必要な資材および機材の価格  
用語解説  
参考資料

- 従来の粗米サイレージ調製法から大きな投資を必要とせず、作業効率の改善と省力化を実現する「無破碎・無脱気法」および「フレコンラップ法」を紹介
- 無破碎・無脱気法は、収穫時の破碎作業を冬季の閑散期や給与直前に分散させることにより、既存の施設のままで処理能力を1.5~2倍に高める技術
- フレコンラップ法は、粗米を詰め込んだフレコンをロールベール用のベールラップで密封する技術で、手作業に頼っていた工程を機械化する技術

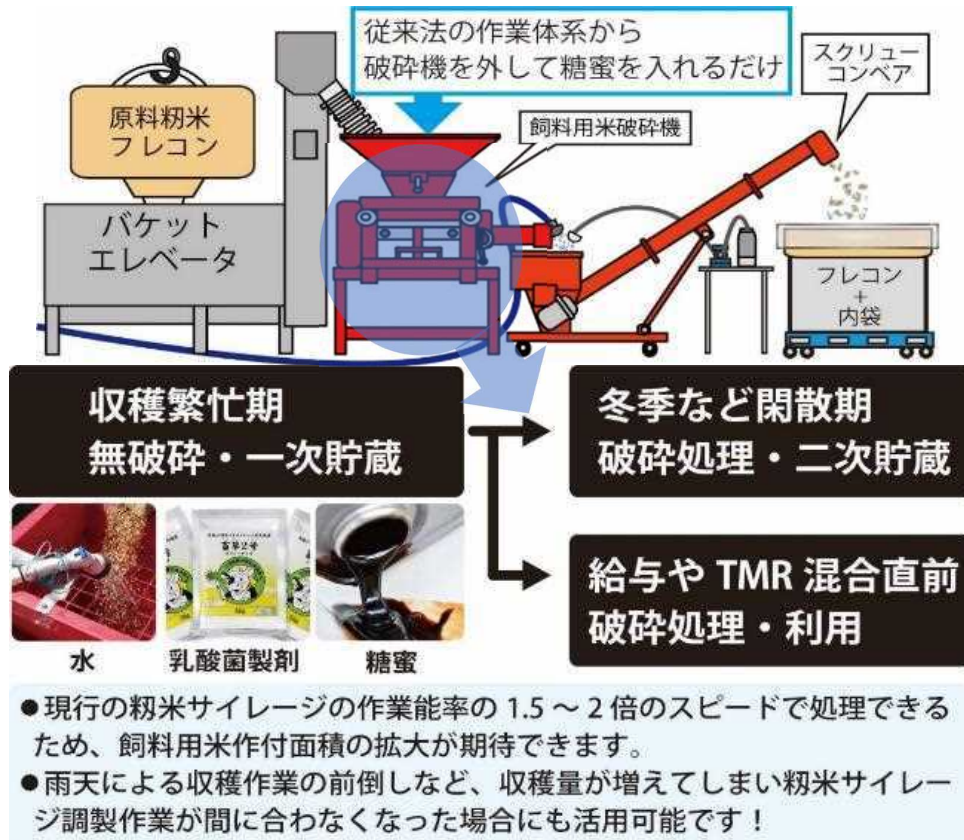
2

## I 粗米サイレージ調製技術の問題点と解決法



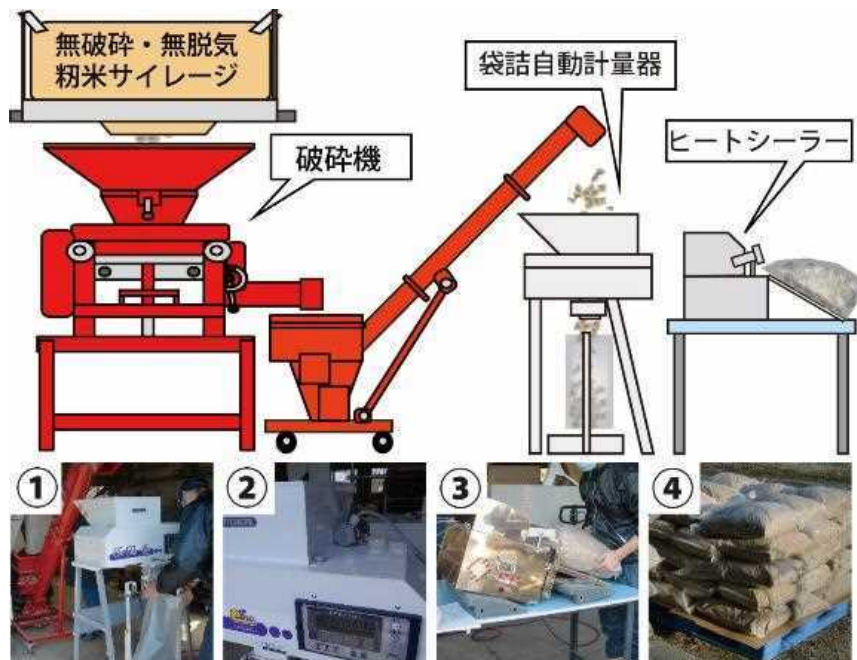
3





4

## 無破碎・無脱気法の活用例



### 繁殖牛などの小規模農家向けの小袋調製体系の一例

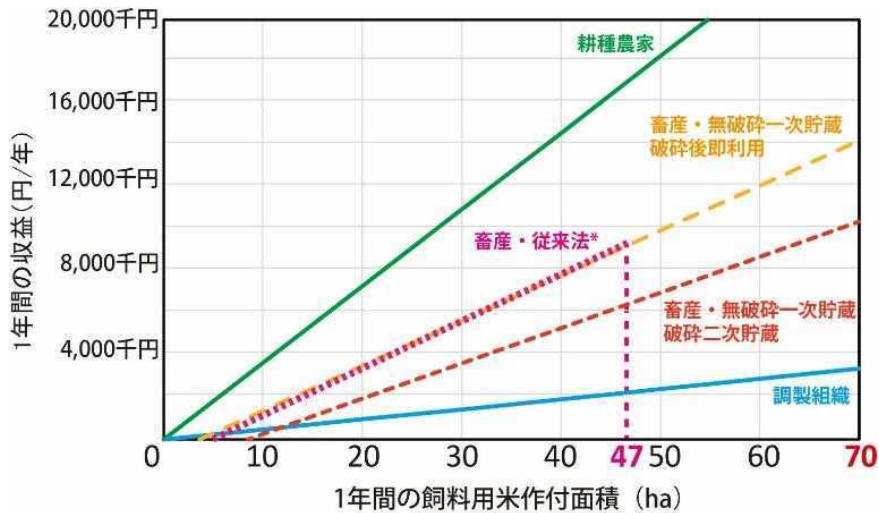
- ① 袋詰自動計量器を使って投入する粉末サイレージ重量の計測を行う。
- ② 破碎した粉末サイレージが袋詰自動計量器のホッパで詰まることがあるため、振動モータを取り付けて流動性を確保する。
- ③ ヒートシーラーを使って密封する。脱気処理は不要。
- ④ 逆止弁付きの小袋を使うと発酵によりガスが発生しても荷姿が安定する。

5

# 無破碎・無脱気法による各調製方法の原料粉末 1kgあたりの合計調製コスト (円/kg) と末端価格

調製方法	調製コスト	
	合計	末端価格*
一次貯蔵、破碎後に二次貯蔵なし（給与）	9.6	22.2
一次貯蔵、破碎後にフレコン二次貯蔵	16.6	32.0
一次貯蔵、破碎後に小袋で二次貯蔵	19.2	34.9
従来法、粉末サイレージフレコン貯蔵	11.6	26.5

\*原料粉末取引価格5円/kg、調製組織の利潤5円/kg、畜産農家への配達送料3円/kg、消費税10%を加算した。すべて原物重あたり価格。



地域における 1 年間の飼料用米作付面積と収益の関係

6

## Ⅲ フレコンラップ法の概要



7

# フレコンラップ法の導入事例

## 山形県天童市における導入事例



破碎後の粃米

<粃米の破碎>

<フレコンの結束>



稲わら収集とラップ作業と重なる時期に従来法によって粃米サイレージを調製しており、労力的に同時並行が難しく、生産拡大のボトルネックとなっていた。

フレコンラップ法を試験導入したところ、ベールラップをフル稼働し、稲わら、粃米サイレージともベールグラブ1台で運搬できるようになり、稲わら調製と粃米サイレージ調製の同時並行が可能となった。

また、連日、大量のサイレージ調製に従事する従業員の肉体的疲労軽減効果は計り知れないとの評価である。



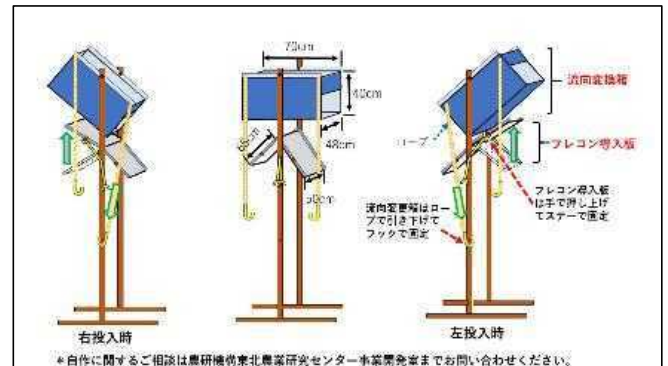
<ラッピング>



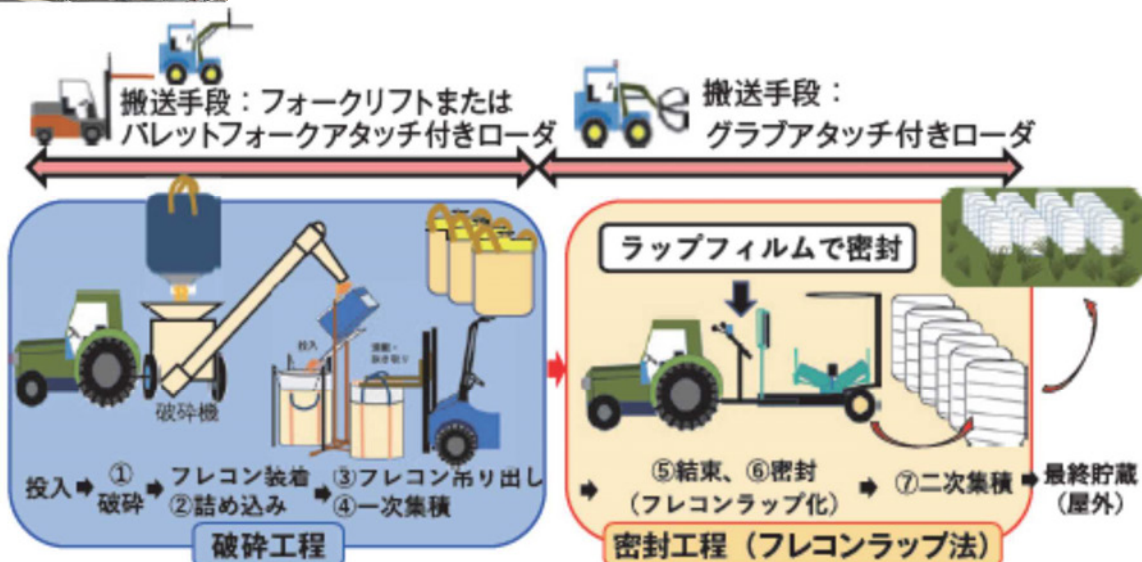
<保管の様子>



写真 (株) タカキタ、ミリングマシンU500T



フレコン振り分け器の模式図



ミリングマシンを導入した野外調製システム

## フレコンラップ法のコスト試算(高速破碎機を導入した場合)

- ▶ 500L フレコン体系では、10a あたり 粃米収量900kg の場合は、9.7ha (87t、300 ロール) 相当の処理量で調製費用が23.3 円/粃米1kgとなる。
- ▶ 1000L フレコン体系では、500L のフレコン体系よりもややコスト的に有利となり、10a あたり 粃米収量900kg の場合は、12ha(108t、200 ロール)相当の処理量で調製費用が約19 円/粃米1kgとなる。

(留意点) 基本的に野外で調製できることから、建物などの施設費用は必要ない一方、トラクタやグラブアタッチ付きホイールローダ等の非常に高価な機械を用いるため、これらの償却費が調製コストに上乗せされる計算となる。

10

### 新技術の導入パターンと作業能率、処理面積との関係

新技術の導入パターン	1 時間あたり作業能率 <sup>注1</sup>	1 日あたり最大処理面積 <sup>注2</sup>	特徴	対象
従来法のみ			作業能率は破碎機の能力に依存する。脱気・密封作業が重労働。	中小規模の生産組織
従来法 + フレコンラップ法	1~2t	0.8~1.6ha	作業能率は破碎機の能力に依存する。脱気・密封作業が省力化される。出来上がったサイレージはロールペールサイレージ(ラップサイレージ)と同様に扱う。	ラップサイレージを扱う飼料生産コントラを兼ねている中小規模の生産組織が <b>労力軽減</b> を狙う場合。
従来法 + 無破碎・無脱気法			破碎作業を冬季や給与時に分散させることで収穫時の <b>作業能率が向上</b> (既存施設のままで規模拡大が可能)。手作業での密封作業が必要。	従来法に取り組んでいる中小規模の生産組織が <b>最小限の投資で規模拡大</b> を狙う場合。
従来法 + 無破碎・無脱気法 + フレコンラップ法	2~4t	1.6~3.1ha	破碎作業を冬季や給与時に分散させることで収穫時の <b>作業能率が向上することに加えて、密封作業が省力化される</b> 。出来上がったサイレージはラップサイレージと同様に扱う。	ラップサイレージを扱う飼料生産コントラを兼ねている中小規模の生産組織が <b>最小限の投資で規模拡大</b> を狙う場合。
フレコンラップ法 + 高速破碎機	5~7t	3.9~5.4ha	トラクタ駆動の <b>高速破碎機</b> の導入によって、野外での組作業でサイレージ調製に取り組む。出来上がったサイレージはラップサイレージと同様に扱う。	ラップサイレージを扱う大規模飼料生産コントラが新たに粃米サイレージに取り組む場合。

(注1) 1000L フレコンを用いる場合

(注2) 1日あたりの作業時間を7時間とする場合

11

これら飼料米、 粃米サイレージ関係マ  
ニュアルとあわせてご活用ください。



[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/074988.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/074988.html)



[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/058181.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/058181.html)



[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/naro/sop/143175.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/143175.html) からダウンロード可



## 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。

