

食品副産物利用の飼料について 飼料コスト低減に寄与するエコフィード取組事例

2026年2月3日

有限会社環境テクシス
代表取締役 高橋慶

有限会社環境テクシス 会社概要

経営理念

私たちは創意工夫をもって
資源循環により新たな価値を生みだし
持続可能な社会実現に貢献します。

本社

愛知県豊川市

業務内容

エコフィード飼料製造販売

食品リサイクル肥料製造販売

環境コンサルティング・環境分析

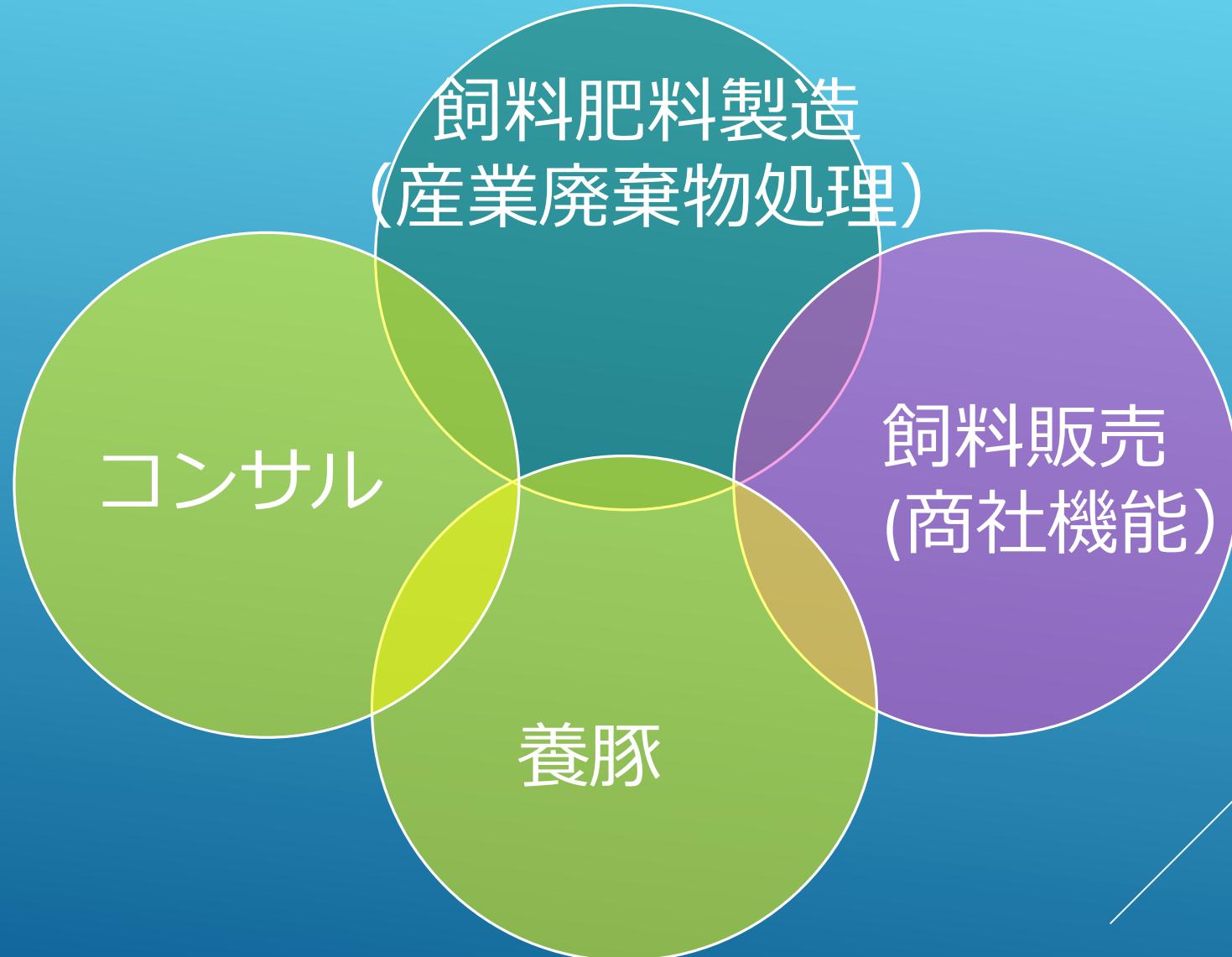
産業廃棄物処分・一般廃棄物処分

株式会社リンネファーム（養豚事業）

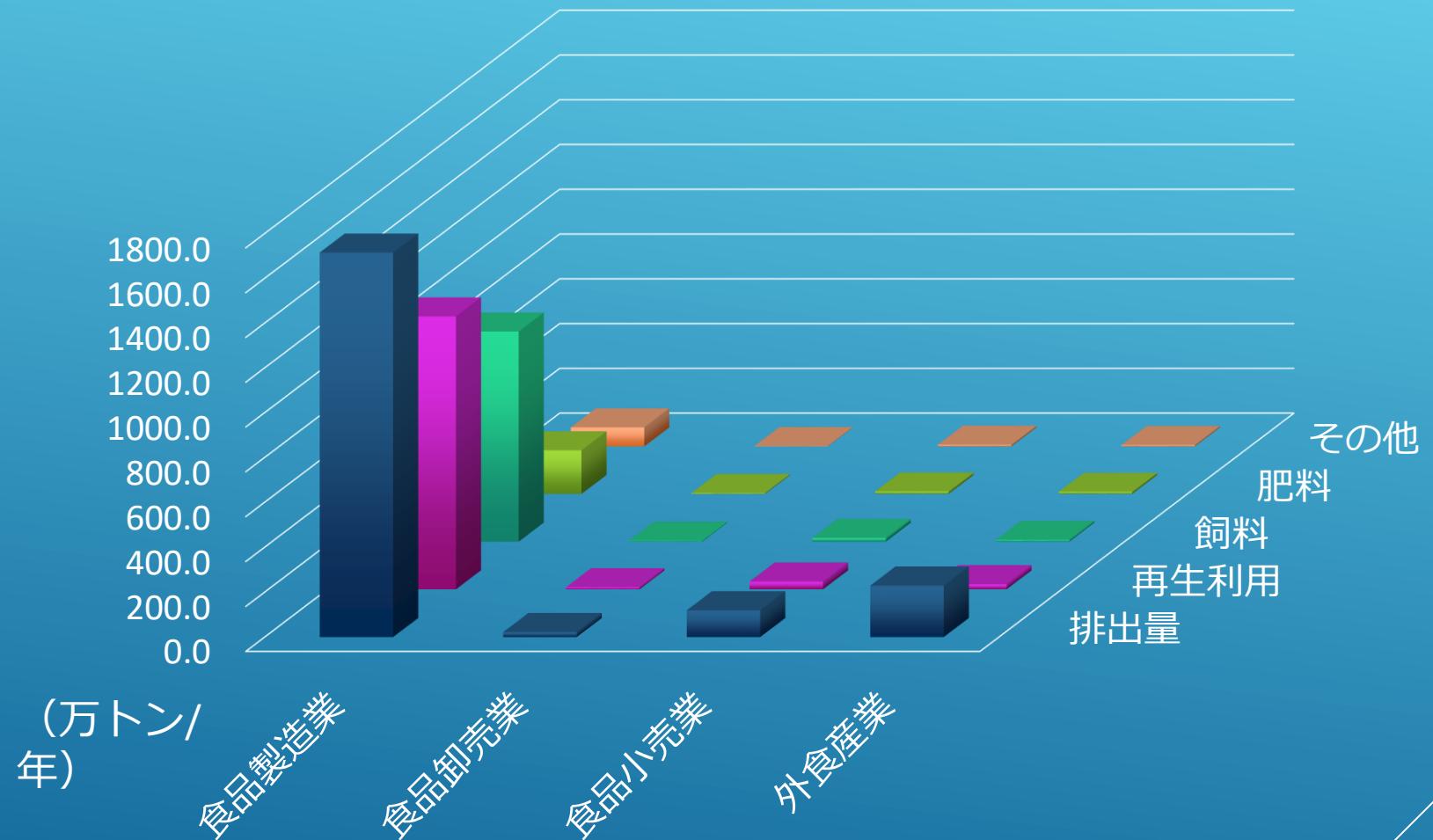
代表自己紹介

- ▶ 代表取締役 高橋慶
1973年生まれ。名古屋大学農学部農学科卒業。
(専攻 : 耕地利用学)
- ▶ 水処理プラントメーカーの研究開発部門に在籍し、基礎研究、プラント設計、知財、ＩＴシステム管理等を担当。
- ▶ 脱サラをして2005年3月に有限会社環境テクシスを設立、代表取締役に就任。
- ▶ 趣味 釣り、カヌー、料理、スキー

事業内容



そもそも・・食品リサイクルの状況



出典：農水省Webサイト

事業の特色

- ▶ 飼料、肥料、コンサルティングと幅広い展開
- ▶ 産業廃棄物処理と有価物買取の実施
- ▶ 独自技術によるオンサイト処理の展開
- ▶ 飼料は多品種をそれぞれ単味処理
- ▶ 大学、県試験場などの共同研究

工場設備概要

- ▶ リキッドフィーディング
- ▶ 乾燥
- ▶ 破碎



業務内容（コンサルティング）

- ▶ 食品排出事業者向け
 - ▶ リサイクルループの構築
 - ▶ 食品残さ処理施設設計（オンサイト処理装置）
 - ▶ 補助事業申請補助
- ▶ 処分業者向け
 - ▶ 食品残さリサイクルプラント運営サポート
 - ▶ ミニアセス
 - ▶ 許可取得補助
- ▶ 農業事業者向け
 - ▶ 養豚農家エコフィード配合設計

飼料買取販売

- ▶ 食品工場からの不要物（廃棄物）を買取
 - ▶ 酒粕
 - ▶ ラーメン（乾麺）
 - ▶ 小麦粉、そば粉
 - ▶ 糖蜜
 - ▶ ドライフルーツ

オンサイト処理

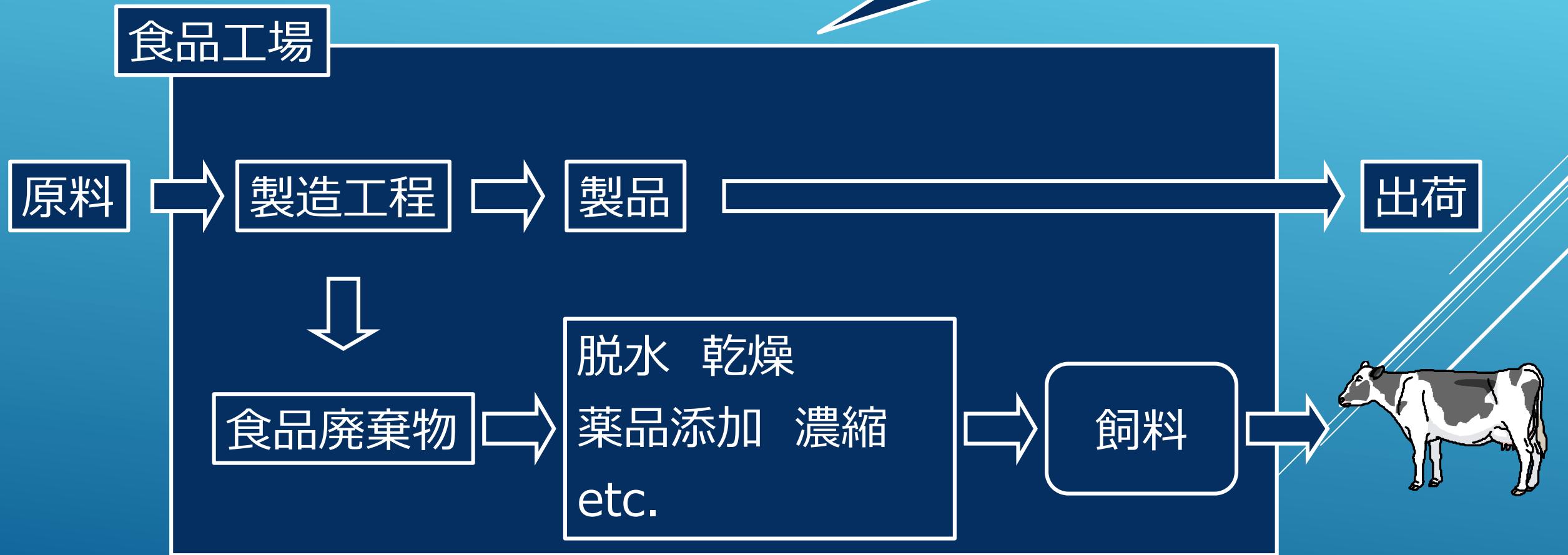
食品リサイクルにおける 飼料化の問題点

- ▶ 高水分で変性しやすいものが多い
→飼料として利用が難しい
- ▶ リサイクル製品価格中運賃の占める割合が高い

保存性の向上が重要

オンライン処理のフロー

食品工場ごとに最適な
システムを選択



オンサイト処理のメリット

- ▶ 食品工場等の排出元で
保存処理を実施
- ▶ メリット
 - ・変質の防止により飼料として利用可能に
 - ・運搬頻度の低減による運搬コストの低減
 - ・変質防止による衛生環境の向上
- ▶ デメリット
 - ・保存処理にかかる装置、薬品等のコスト

オンサイト処理の収支



クラフトビール工場にて発生するビール粕を脱水、袋詰めし、飼料として販売



初期投資 900万円
投資回収 約 2年弱

オンサイト処理の実績

- ▶ もやし 栃木、埼玉、千葉
山梨、岐阜、静岡
京都、長崎
鹿児島
- ▶ 小豆皮 埼玉、愛知、静岡
- ▶ 大豆 愛知
- ▶ キャベツ 茨城
- ▶ ゴボウ 栃木、静岡、愛知
大阪

- ▶ ニンジンジュース 長野、栃木
新潟、埼玉、山梨
石川、愛知、三重
京都
- ▶ ビール粕
- ▶ ウイスキー粕 山形、新潟、静岡
山梨、埼玉、長野
兵庫、熊本
- ▶ パイナップル 新潟、埼玉、静岡
神奈川

エコフィードの取り扱い事例

パイナップル



パイナップルの発生の増加

カットフルーツマーケットの伸長

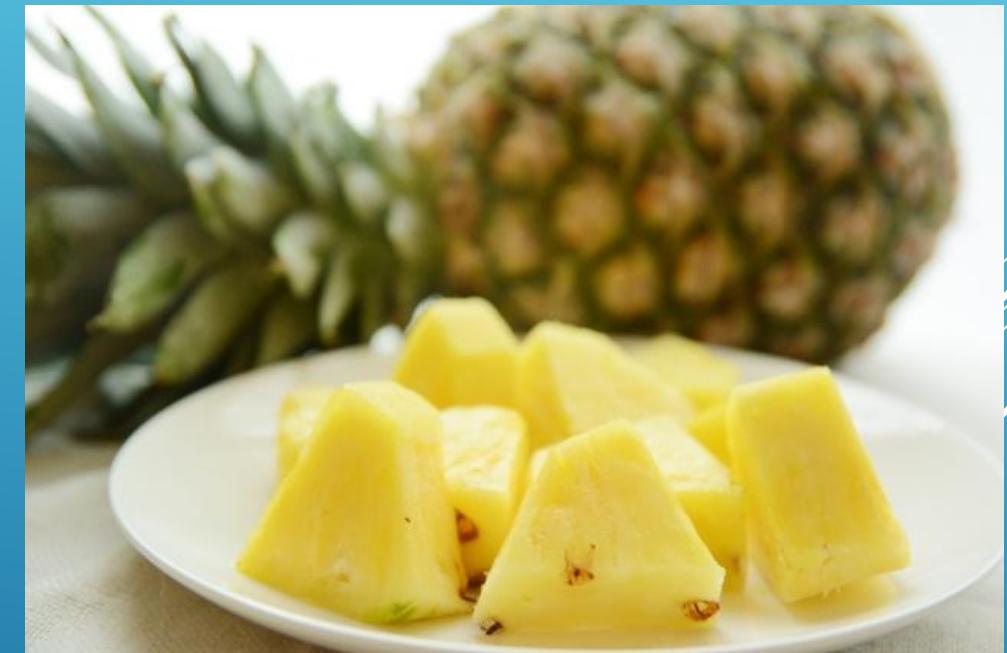
- 世帯人口の減少による個食

カットフルーツはパイナップルを中心

- 日持ち良く通年調達

歩留りの悪さ

- 50%



パインップルの飼料供給

そのまま供給

- ・乾物割合低い
- ・糖含量が高い



脱水

- ・日持ちする
- ・脱離液の処理

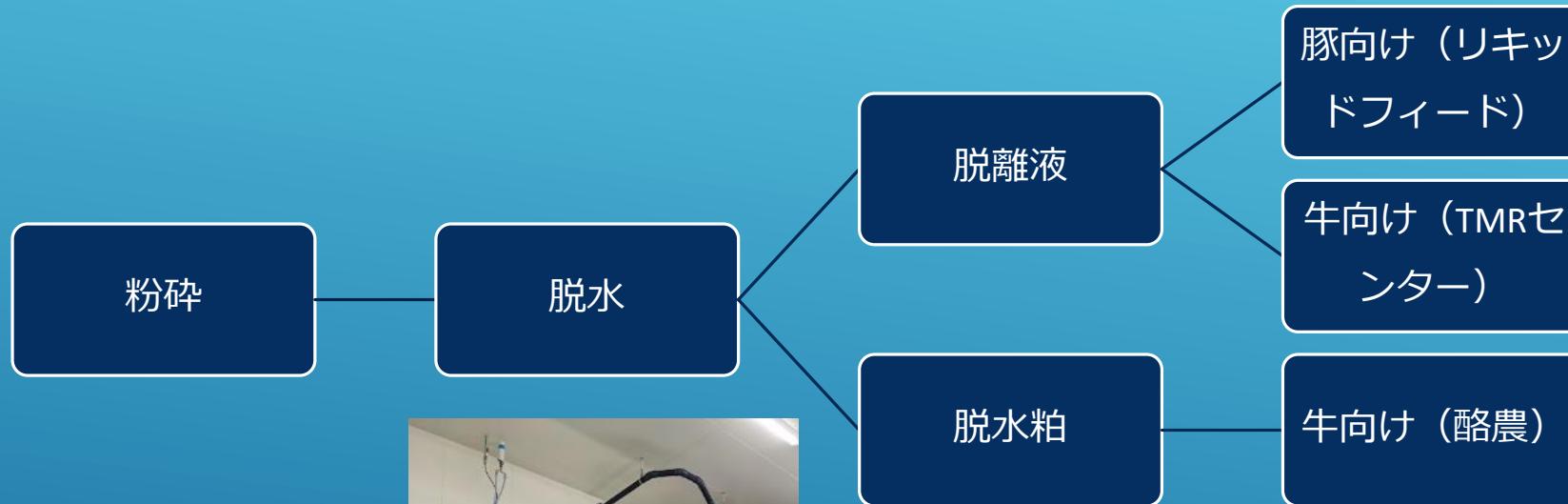


生パイン粕

成分	現物中	乾物換算
水分(%)	87.3	
乾物(%)	12.7	
CP(%)	0.6	4.6
NDF(%)	3.0	23.4
ADF(%)	15	11.5
ADL(%)	0.1	0.9
NFC(%)	8.7	68.2
EE(%)	0.1	0.8
pH	3.6	

- NFCが多く、発酵速度が速いため注意が必要

脱水プロセス



脱水パイナップルサイレージ

成分	現物中	乾物換算
水分(%)	84.1	
乾物(%)	15.9	
CP(%)	1.1	6.7
NDF(%)	11.1	69.9
ADF(%)	5.4	33.9
ADL(%)	0.5	3.0
NFC(%)	3.2	20.0
EE(%)	0.2	1.5
pH	4.0	

脱水パイナップルサイレージの消化性

成分	消化率
乾物	75%
有機物	76%
CP	57%
EE	55%
NDF	80%
NFC	70%
TDN	73%

- NDF含量は高いがその消化性は非常に良い
- 嗜好性も非常に良好

パイナップル脱離液

- ▶ pH3.5、糖度10度
- ▶ 非常に発酵しやすい
→ハンドリングに難あり
- ▶ ギ酸添加により発酵抑制できる

添加量	経過日数	一般生菌数 (cfu/mL)	カビ・酵母数 (cfu/mL)
0.0%	D+1	4.2×10^7	計測不可
	D+3	1.0×10^8	計測不可
	D+5	7.6×10^7	6.6×10^4
0.2%	D+1	3.9×10^5	1.8×10^5
	D+3	1.8×10^5	2.0×10^7
	D+5	3.5×10^3	6.0×10^4
0.25%	D+1	5.5×10^3	3.6×10^5
	D+3	3.8×10^3	2.6×10^4
	D+5	4.6×10^5	7.4×10^4
0.3%	D+1	4.5×10^4	3.0×10^1
	D+3	3.9×10^4	2.0×10^3
	D+5	6.8×10^7	5.0×10^1

パイナップルまとめ

メリット

- ▶嗜好性が良い
- ▶消化率高い
- ▶通年安定供給できる

デメリット

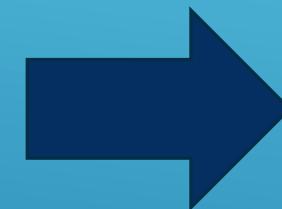
- ▶アシドーシスに注意
- ▶コンクリートの腐食
- ▶酵母発酵

もやし



廃棄もやしの発生理由

- 根切り
- まめがら
- 作りすぎ
- ラインからのこぼれ
- 変色、折れ



生産量の20%～30%が廃棄



一工場で
廃棄もやし 2～60トン/日

もやしのサイレージ化



脱水、ギ酸添加によるサイレージ化を実施

もやしサイレージの成分と特徴

- ▶水分 76～80%程度
- ▶CP 18～22%程度
- ▶2ヶ月程度は保存可能
- ▶現場により成分に違いがある(生産工程の違い)
- ▶ルーサン代替として使用可能

ゴボウ

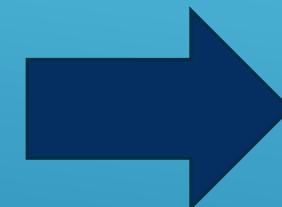
- ▶ きんぴら向け加工工場より発生



廃棄ゴボウの発生理由

カット野菜工場でゴボウ
処理

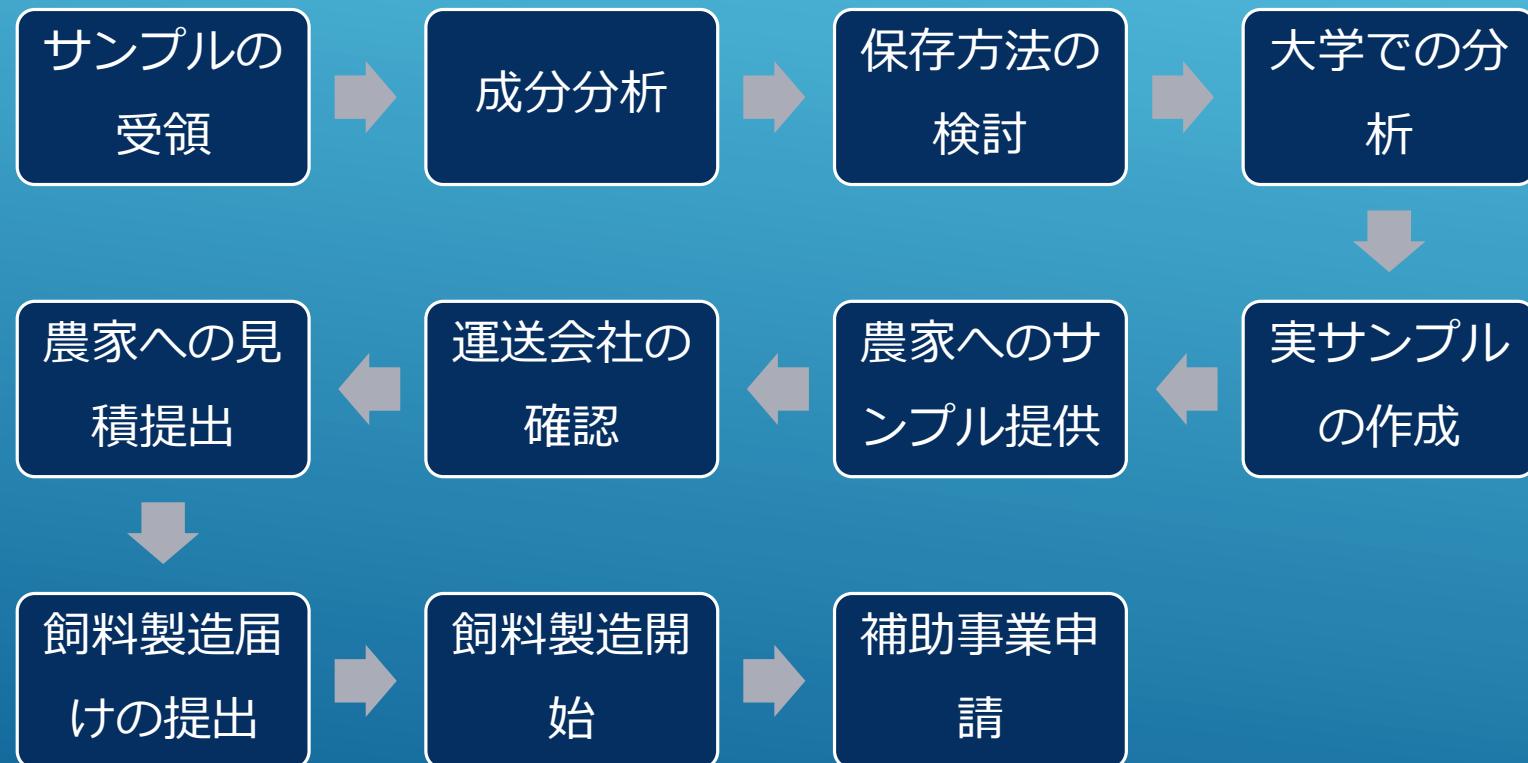
- ▶ 皮
- ▶ 裁断くず
- ▶ 上下



生産量の20%～30%が廃棄

一工場で
廃棄ゴボウ1～8トン/日

世界初：ゴボウサイレージができるまで



ゴボウサイレージの成分

成分	現物中	乾物換算
水分(%)	65.0	
乾物(%)	35.0	
CP(%)	5.9	17.0
NDF(%)	16.9	48.2
ADF(%)	16.9	48.2
ADL(%)	4.5	12.8
NFC(%)	11.2	32.0
EE(%)	0.5	1.4

残念ながらCPの消化率
は低い

NFCが高い

ゴボウサイレージの品質

成分	現物中	乾物換算
pH	4.2	
アンモニア態窒素(%)	0.01	0.02
アンモニア態窒素/全窒素(%)		0.8
酪酸(%)	0.00	0.00
乳酸(%)	0.89	3.17
酢酸(%)	0.39	1.38
プロピオン酸(%)	0.00	0.00
VSスコア	99	

良好な乳酸
発酵

ビール粕

- ▶ クラフトビールのビール粕をサイレージ化



クラフトビールのビール粕特徴

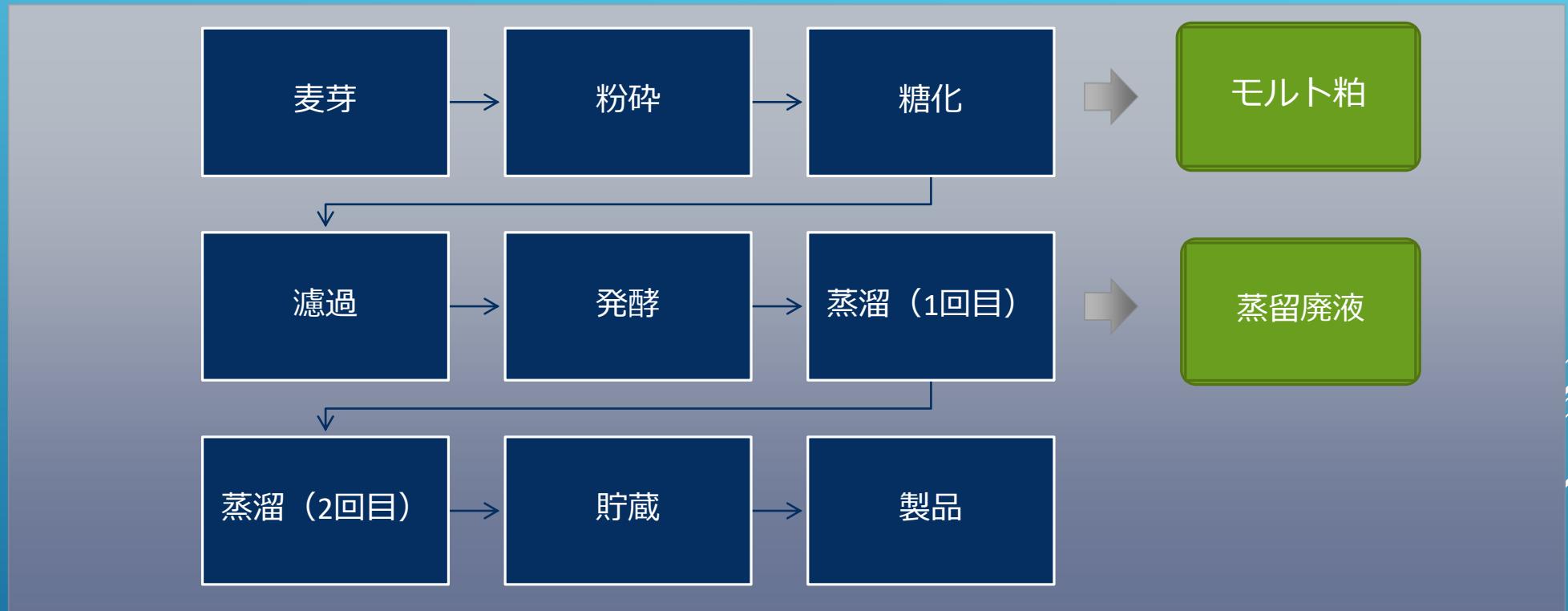
- ▶ 糖が残存しておりNFCが高い
- ▶ 発酵品質が良好
- ▶ ビールの種類が多い
黒ビール、白ビール、その他

- ▶ 黒ビール
焙煎麦芽…嗜好性劣る
- ▶ 白ビール
小麦麦芽…デンプン多い

ウイスキー



ウイスキーの製造工程



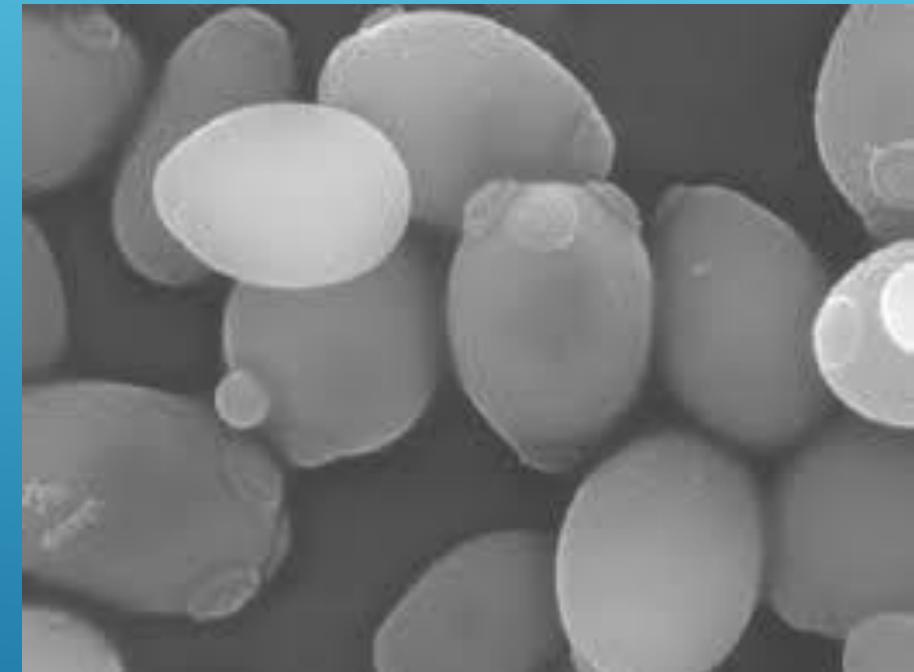
ウイスキー粕(モルト) の特徴

- ▶ ウイスキーブームで発生量が増加
- ▶ クラフトビールに比べ麦芽の種類が少ない
(麦芽自体はビールとほぼ同じものを使用)
- ▶ クラフトビールに比べ糖が少なく、脱水しやすい
(麦芽粉碎が細かく、糖化温度が高い)
- ▶ 発酵が悪く、酪酸発酵しやすい



ビール酵母・ウイスキー蒸留廃液

- ▶ 菌体タンパクでありCP50程度と高い
- ▶ アミノ酸バランス良好
- ▶ 嗜好性も良好



液状ビール酵母の給与試験 (愛知県農業総合試験場)

日本養豚学会誌 56(2), 23-32, 2019

対照区飼料には蛋白源として大豆粕を、酵母区飼料には液状ビール酵母を配合し、それぞれ乾物重量が22%となるように加水。

体重が約80～115kgである34日間、豚6頭ずつに、それぞれの飼料を給与。

飼料配合の設計

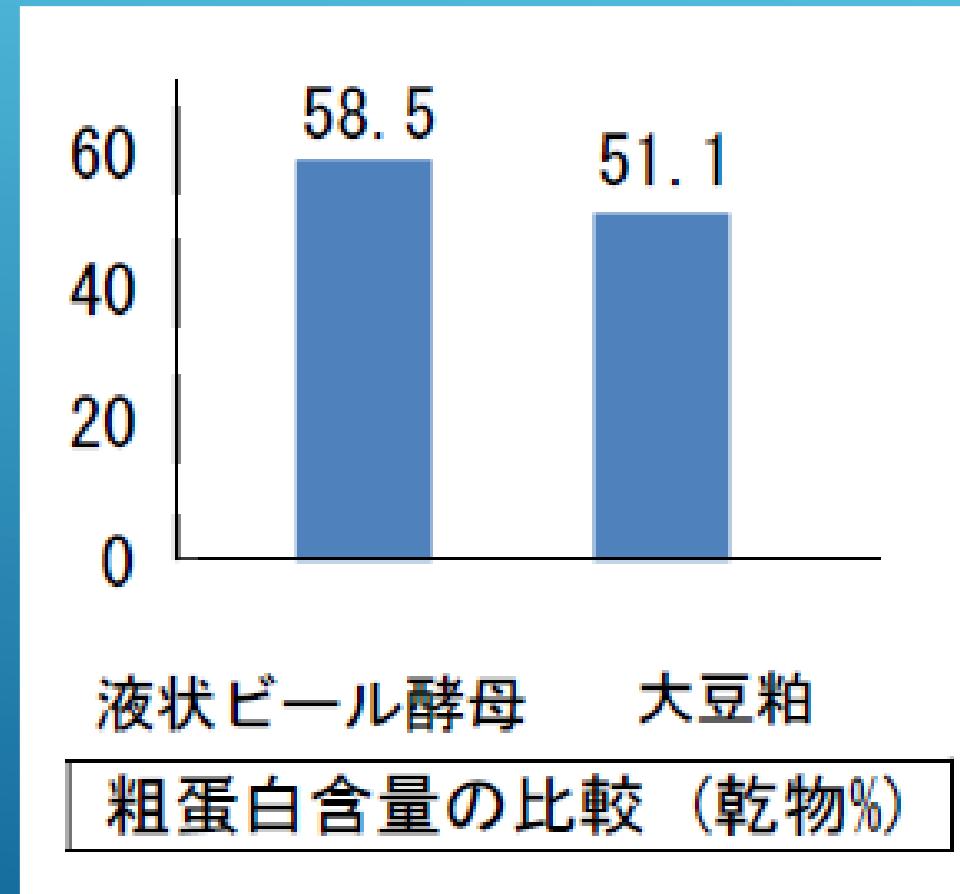
	対照区	酵母区
トウモロコシ・フスマ等	22.3	22.7
大豆粕	2.8	0
液状ビール酵	0	15.0
リン・カルシウム等	0.4	0.4
水	74.5	61.9

試験に供試したビール酵母



液状ビール酵母の写真

- 水分 85.7、粗蛋白 8.3
- アルコール 4.3 (原物%)



液状ビール酵母の発育成績

発育及び枝肉、肉質成績

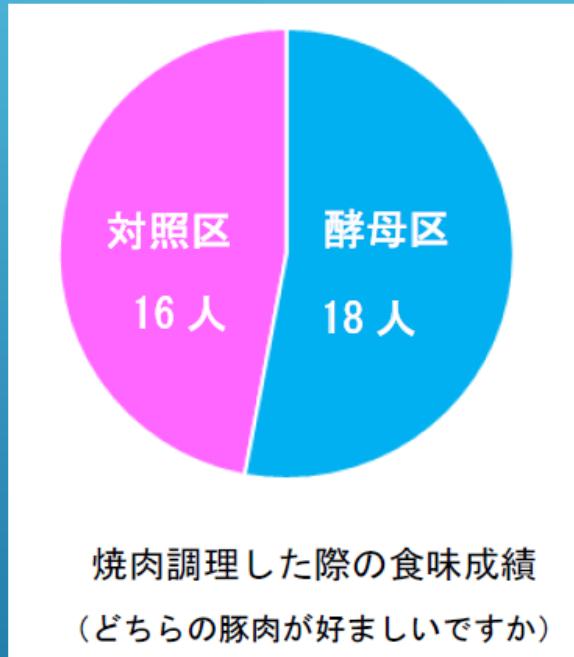
	対照区	酵母区
飼料摂取量 (kg/日/頭)	13.25	13.17
乾物摂取量 (kg/日/頭)	2.92	2.90
一日増体重 (g)	958	980
ロース断面積 (cm ²)	37.5	38.4
背脂肪厚 (mm)	19.7	22.7
ドリップロス (%)	4.7	4.6
脂肪融点 (°C)	38.6	41.5

皮下脂肪内層の脂肪酸組成 (%)

	対照区	酵母区
オレイン酸	43.10	43.04
リノール酸	9.83 ^a	8.52 ^b
リノレン酸	0.55 ^a	0.47 ^b
その他	46.52	47.98

*リノール酸とリノレン酸が有意に減少

食味試験



ビール酵母区の方が若干良好
※有意差無し

酒粕

- ▶ 酒の種類によってタンパク含量が大きく異なる
- ▶ 食品向けの需要落ち込みに伴い飼料向け量拡大の傾向



全国60ヶ所程度の酒蔵と取引

酒粕

安い酒

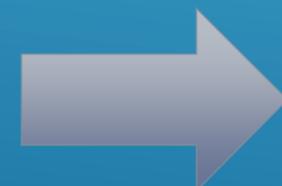
- ▶ 精米歩合低い
- ▶ 米を溶かす（糖化させる）
- ▶ 絞りがきつい

高い酒

- ▶ 精米歩合高い(米の中心)
- ▶ 米を溶かさない（糖化小）
- ▶ 絞りが緩い



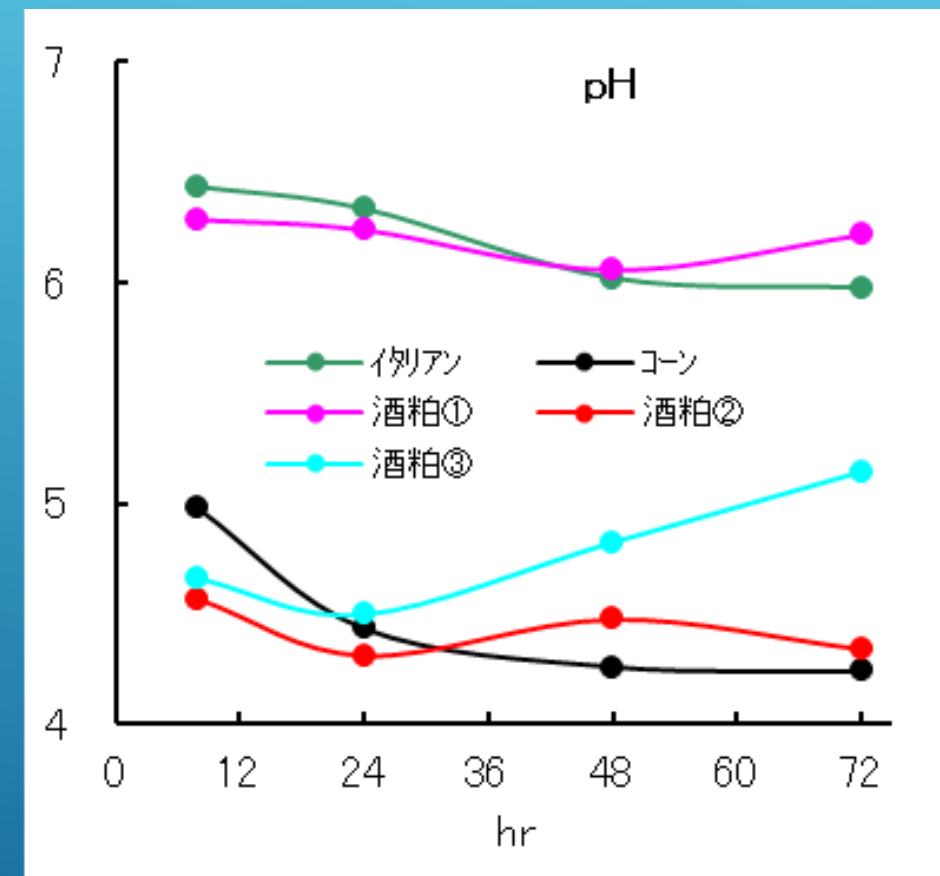
- ▶ CP高い
- ▶ デンプン少ない



- ▶ CP低い
- ▶ デンプン中心
- ▶ 柔らかい

酒粕の飼料特性

	CP	NDF	ADF	NFC
酒粕1	58.0	33.1	10.7	25.4
酒粕2	28.5	13.4	4.6	55.9
酒粕3	31.9	16.0	6.3	49.6



酒粕の保存性

- ▶ アルコールが含まれるため保存性は良好
水分50%→酒が50%含まれる(※エネルギーとしては分析値より高くなる)
- ▶ 長期保管すると柔らかくなる。
糖化酵素、タンパク質分解酵素が残存するため、 固形分が分解されて液状化する
- ▶ 温度が高い状況で保管すると色が濃くなる
メイラーD反応の影響

あめ玉(豚)

- ▶溶解処理をしてリキッドフィード向けに供給
- ▶廃シロップを使用し溶解
- ▶Brix60度程度まで上げると発酵が抑制できる



味噌

- ▶豆味噌のふた味噌
- ▶だし入りのものが多いので注意が必要

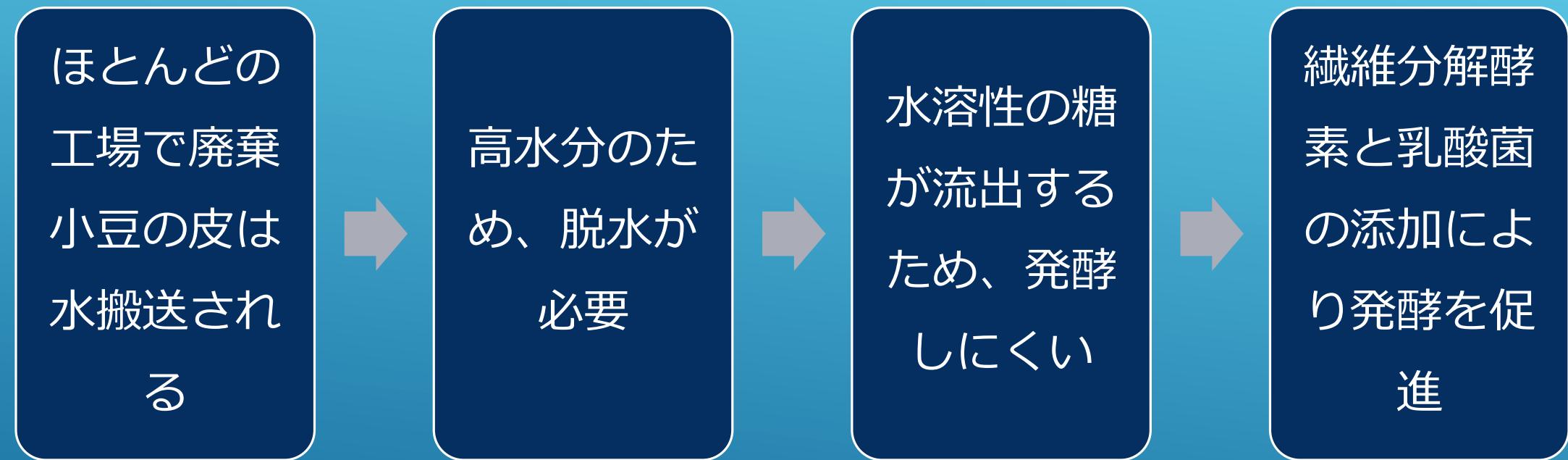


小豆皮

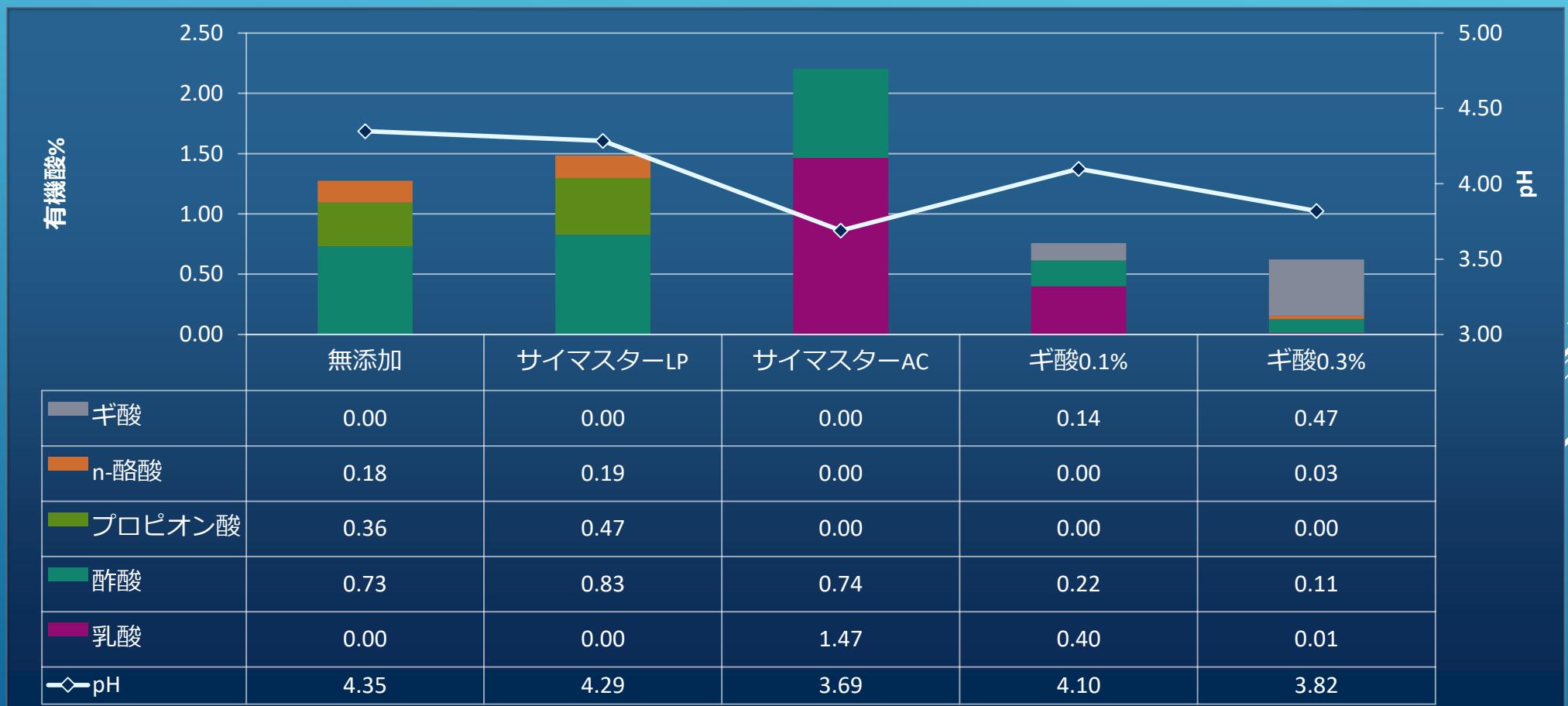
- ▶ 製餡工場から発生する
こし餡製造時副産物



小豆の皮のサイレージ化



小豆の皮サイレージ化試験



小豆の皮サイレージ成分

成分	現物中	乾物換算
水分(%)	70.8	
乾物(%)	29.2	
CP(%)	3.8	13.1
NDF(%)	21.9	75.1
ADF(%)	17.6	60.3
ADL(%)	0.5	1.6
NFC(%)	4.4	15.0
EE(%)	0.4	1.3
pH	4.3	

その他取り扱い

- ▶ 醤油粕
- ▶ 砂糖
- ▶ 大豆皮
- ▶ デンプン、デキストリン、小麦粉
- ▶ 粉ミルク（人間用）
- ▶ 脱脂粉乳
- ▶ フルーツ缶詰
- ▶ ドライフルーツ

常時取り扱い…20種類程度 取り扱い実績…100種類程度

現場での使用例

搾乳牛での給与例

- ▶ 粗飼料

モヤシ、生パインアップル、小豆皮、ゴボウ、ウイスキー粕、おから

- ▶ 濃厚飼料

醤油粕、酒粕、圧扁大麦、麵くず

乾牧草、配合飼料ともに低い給与水準

ある酪農家の配合設計

スーダン	1.8kg
オーツ	1.8kg
クレイングラス	3.5kg
粗飼料	7.1kg

厚ペんコーン	4.4kg
ふすま	1.3kg
濃厚飼料	5.7kg

ビール粕	6.8kg
小豆皮	3.5kg
ささげ豆	2.86kg
醤油粕	3.3kg
酒粕	3.5kg
おから	2.2kg
パインアップル粕	12.5kg
エコフィード	34.66kg

エコフィードの給与



当社生産豚肉「雪乃釀」

- ▶品種 LWD (豊橋飼料 サーティー)
- ▶仔豚導入(35kg程度)
- ▶エコフィード100%で肥育
(トウモロコシ、大豆粕不使用)



主な飼料原料

パン、ラーメン、うどん、ご飯

キャンディー、ゼリー

ビール酵母、威士忌廃液

菓子生地

65°C 60分
加熱

トウモロコシ
大豆粕不使用



配合設計

- ▶ 農研機構のプログラム（改）を使用
- ▶ CP16程度で30kg～115kgまで肥育



	A	B	C	D	E	F	G	H	W	X	Z	AA	AB	AC	AD	AE
10	198	ウイスキー粕						10.0				0	0	0	0	0
11	187	パン（パン、パン粉平均）	200.00		1000.00	1.25	14.30	64.0	128.0	43.1	556.8	126.3	21884	3716	1032	14063
12	140	焼酎廃液開谷白						11.7				0	0	0	0	0
13	92	うどん、そば（ゆで）						33.3				0	0	0	0	0
14	141	ゼリー						49.6				0	0	0	0	0
15	150	バーム生地	30.00		150.00	0.19	2.15	65.0	19.5	6.6	119.1	27.0	1621	6212	42	0
16	61	全乳	200.00		1000.00	1.25	14.30	12.3	24.6	8.3	138.0	31.2	6400	7400	0	0
17	88	白飯						40.0				0	0	0	0	0
18	108	野菜屑						7.4				0	0	0	0	0
19	136	インスタントスープ	20.00		100.00	0.13	1.43	95.0	19.0	6.4	80.0	16.0	1500	2600	600	0
20	157	グミ						75.0				0	0	0	0	0
21	93	中華麺（生）						66.1				0	0	0	0	0
22	85	炭酸カルシウム	3.00		15.00	0.02	0.21	99.6	3.0	1.0		0	0	0	0	0
23	83	第二リン酸カルシウム	4.00		20.00	0.03	0.29	96.0	3.8	1.3		0	0	0	0	0
24	67	塩酸リジン	1.20		6.00	0.01	0.09	98.5	1.2	0.4	4.9	1.1	1116	0	0	0
25	200	シロップ薄い10%						10.0				0	0	0	0	0
26	191	パイナップル	200.00		1000.00	1.25	14.30	10.0	20.0	6.7	78.2	19.8	0	0	0	0
27	147	モヤシ汁	400.00		2000.00	2.50	28.61	2.1	8.4	2.8	30.3	6.4	4400	1200	0	0
28	87	水	40.00		200.00	0.25	2.86	0.0				0	0	0	0	0
29												0				

給与飼料分析

飼料成分

	割合	乾物換算
水分	78.4 %	
粗たん白質	2.8 %	12.9%
粗脂肪	1.0 %	4.6%
粗纖維	0.2 %	0.9%
可溶無窒素物	16.5 %	76.3%
粗灰分	1.1 %	4.6%

脂肪酸組成

	割合
パルミチン酸	30.4%
ステアリン酸	5.3%
リノール酸	25.0%
リノレン酸	2.6%
オレイン酸	31.3%
パルミトレイン酸	1.3%

雪乃醸 豚肉の脂肪酸組成と融点

締りはいいが融点低め

		2018年	2019年	2023年
融点		37.1°C	36.1°C	34.1°C
飽和脂肪酸	パルミチン酸	22.5%	27.0%	25.3%
	ステアリン酸	13.0%	16.1%	12.9%
一価飽和脂肪酸	パルミトレン酸	2.8%	3.3%	3.3%
	オレイン酸	50.4%	42.1%	45.9%
	CISバクセン酸	3.5%	4.0%	4.0%
多価不飽和脂肪酸	リノール酸	2.3%	3.0%	3.5%
	リノレン酸	0.2%	0.3%	0.2%

今後のエコフィードの方向性



エコフィードの進む方向



原料供給量の増加(都市近郊カット野菜など)



バイオガスと競合



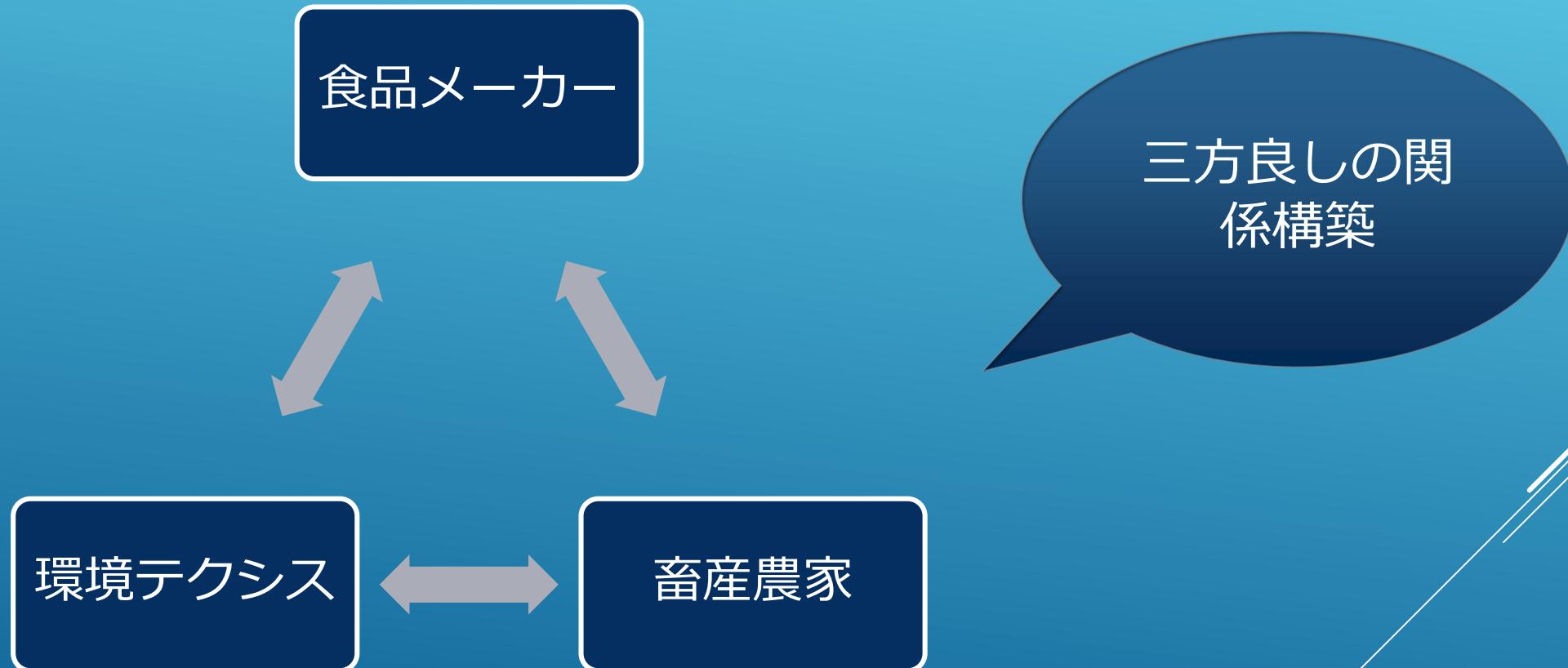
牛向け需要の増加



エビデンスに基づいた使用



当社の基本姿勢



ご清聴ありがとうございました。

