

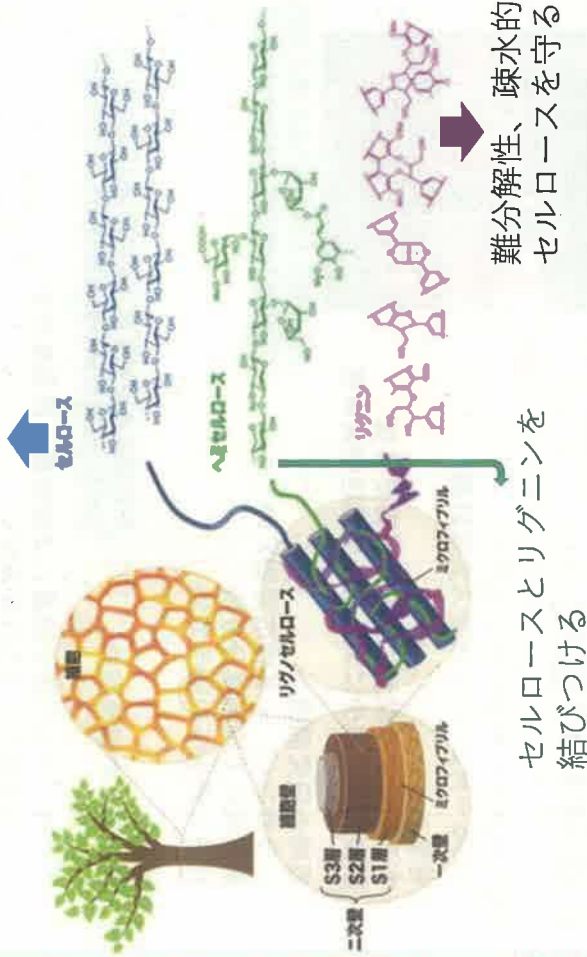
# トドマツを原料とした牛用飼料について

道総研・林産試  
 利用部・バイオオマスG  
 檜山 亮

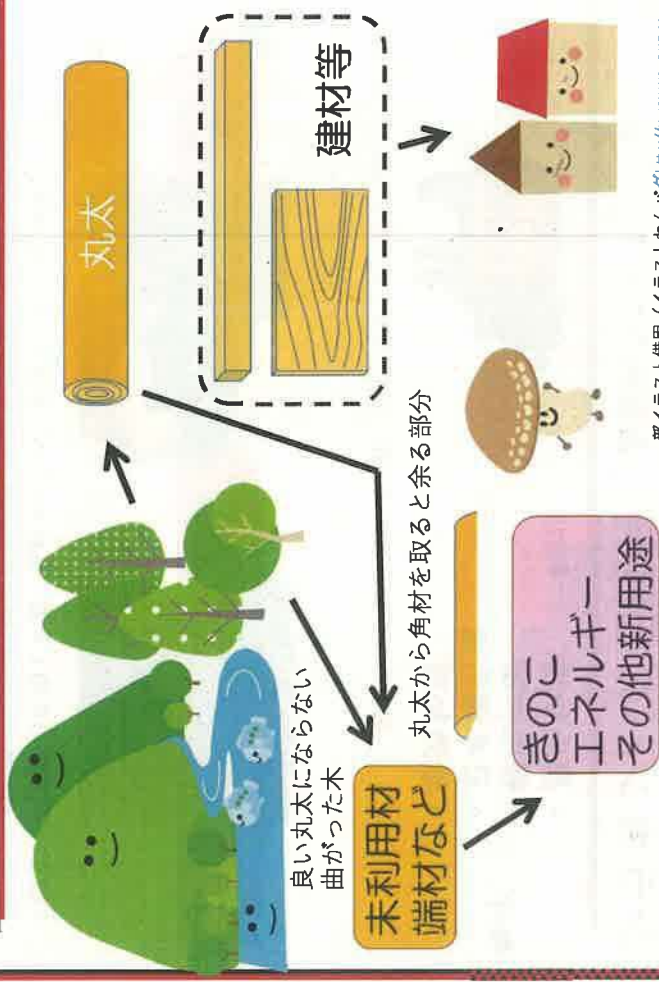
## 木質飼料とは

木材の主要3成分

直鎖が束になって並び、細胞壁内の層を構成



# 林産試験場利用部バイオオマスグループ



## 木質飼料とは

蒸煮：高温高圧の水蒸気による処理

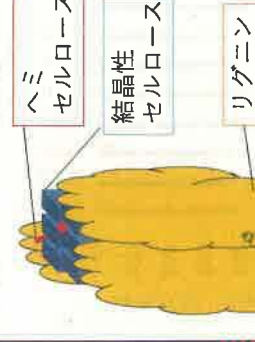
<蒸煮処理による木質飼料>

木材そのままではウシは消化できず  
 おいしくもない

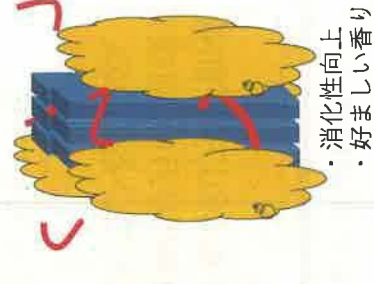
・ウシは消化できる  
 ・セルロースとリグニンを  
 結び付けるように存在

・ウシは消化できる  
 ・木材の40~50%を占める

・難消化性  
 ・セルロース、ヘミセル  
 ロースを守るように存在



ヘミセルロースの大部分が  
 低分子化し、構造が緩む  
 リグニンも一部が分解



# 木質飼料の歴史

農林水産省の大型プロジェクト  
(S56~H2) バイオマス変換計画

- <背景>
  - ・畜産の急激な拡大による飼料需要急増
  - ・新炭利用の減少による新たな用途開発需要

<当時の研究開発>

- ・シラカンバ(+各種広葉樹)の蒸煮条件や飼料成分分析
- ・乳牛、肉牛への給与方法

<課題>

- ・乾牧草との価格競争
- ・TDN(可消化養分総量)は乾牧草と同程度だがタンパク質やミネラルが少ない

蒸煮広葉樹による乳牛および肉用牛の飼養マニュアル(農林水産省, 1988)  
昭和60、62年度委託事業報告書(北海道立林産試験場, 1986、1988)



林産試にも500Lの金が導入され、大規模な研究開発が行われた

乾牧草 家庭先価格: 17~40円/kg  
シラカンバ 蒸煮飼料製品価格: 36~42円/kg

# シラカンバの粗飼料 低質広葉樹の用途開発ニーズ

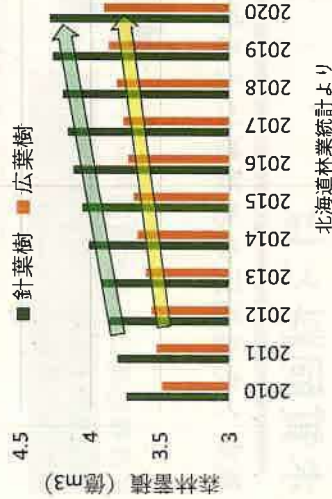
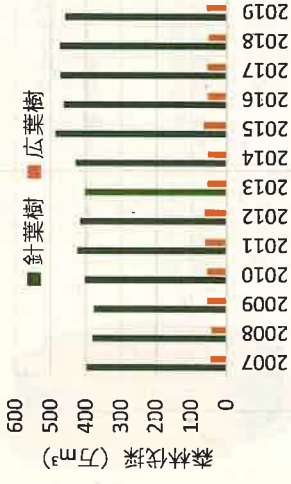
- 太い針葉樹: 用材、合板等
- 太い広葉樹: 家具、内装材等
- 曲がった材、細かい材: **紙パルプ**、家畜敷料、きのこ、燃料



未利用材・低質材の  
新たな用途開発が必要

# シラカンバの粗飼料

低質広葉樹の用途開発ニーズ



北海道の森林資源は  
減らずに増えている  
※人工林だけでも+250万m³/年

毎年  
針葉樹450万m³前後、  
広葉樹50万m³前後を  
伐採しているものの、

近年(直近5年平均)も  
針葉樹470万m³、  
広葉樹400万m³の  
蓄積が増加している。

# シラカンバの粗飼料 畜産側のニーズ

- 和牛
  - ・黒毛和種 約97%
  - ・褐毛和種
  - ・日本短角種
  - ・無角和種



肉牛の改良増殖をめぐる情勢 (2019) 農林水産省生産局畜産部畜産振興課



※肥育: 高品質の牛肉を多量に生産するために効率よく太らせる段階。  
最低限の粗飼料(繊維質の飼料)で反芻胃の健全性をコントロールしながら濃厚飼料(糠粉やタンパク質の多い飼料)を多く給与。

# シラカンバの粗飼料

畜産側のニーズ

## 高嗜好性

粗飼料を狙った量食べさせる必要

## 供給と価格の安定性

## 低β-カロテン含量

- ・β-カロテンは体内でビタミンAに
- ・黒毛和牛の特長は霜降り肉
- ・脂質代謝を促してしまいうビタミンAの血中濃度を制御する必要

- ※ビタミンAを増やすのは容易だが抑えるのが難しい
- ※牧草や稲わらにβ-カロテンは多く含まれている
- ※稲わらを乾燥してβ-カロテンを少なくして給与している

## 反芻促進効果（硬さや難消化性）

①繊維の多い飼料を何度も反芻



②pH緩衝作用がある唾液が多く分泌

③胃が酸性になり過ぎるのを防ぐ

# シラカンバの粗飼料 ニーズへの適合性

現状よく使われる粗飼料の価格上昇  
表 農家着粗飼料価格（雪印種苗より聞き取り）

	乾燥稲わら	発酵バガス
2010年頃	30円前後	40円前後
2015年頃	40円前後	50円前後
2020年頃	45～50円	60～65円

発酵バガス：

サトウキビ搾りかすに蔗糖蜜等を加えて発酵し、乾燥し押し固めた輸入粗飼料。  
高嗜好性と高繊維含量が特徴。  
この15～20年で急速に普及。

2021年 新型コロナ等の影響による国際輸送の乱れでさらに価格急上昇

## 黒毛和牛肥育農家のニーズのまとめ

- ・反芻促進効果が高く
- ・高嗜好性で
- ・β-カロテンが少なく
- ・価格や供給が安定した代替粗飼料に対するニーズ

## 黒毛和種肥育牛に向けた木質粗飼料の開発へ

木質粗飼料の特長に非常に合致

# シラカンバの粗飼料 研究体制（H29-R1道総研重点）

## 林産試

- ・蒸煮条件
- ・化学分析
- ・製造コスト試算
- ・研究費獲得（まとめ役）

## (株) エース・クリーン（北見市）

- ・本業は廃棄物処理
- ・新しい廃棄物処理法として亜臨界処理を検討 ⇒⇒⇒木質飼料製造

## 雪印種苗（株）

- ・北海道研究農場
- ・給餌試験協力
- ・製品化助言
- ・嗜好性試験
- ・飼料分析等

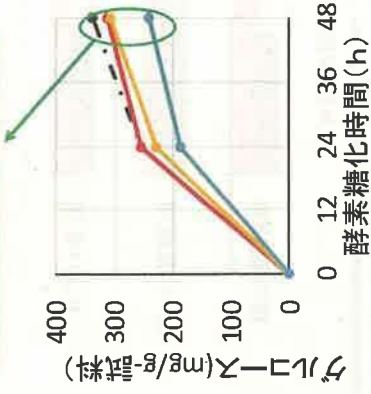
## 帯広畜産大学

- ・口田研
- ・肉質評価を担当
- ・試験結果の解析

# シラカンバの粗飼料 研究の一例

実証装置で製造条件を変えたときの成分や消化性※などの変化を把握し、品質安定化に役立つ知見を蓄積。

蒸煮時間を長くしたときの消化性向上の様子を把握



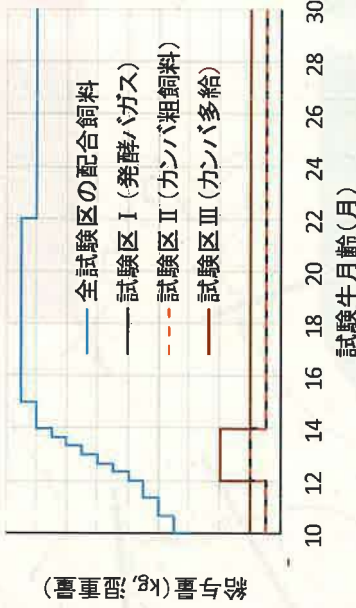
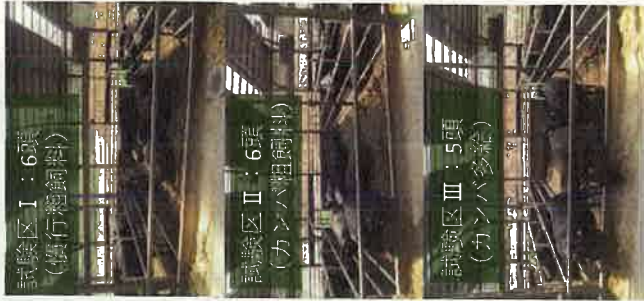
蒸煮時間 長 長 中 短  
攪拌速度 高 低 低 低

写真 共同研究企業の実証規模蒸煮装置

ここで設定した「高速」と「低速」の間では攪拌速度の影響はわずか

※消化性：セルロース分解酵素によるグルコースの生成量により評価

# シラカンバの粗飼料 給餌量の検討

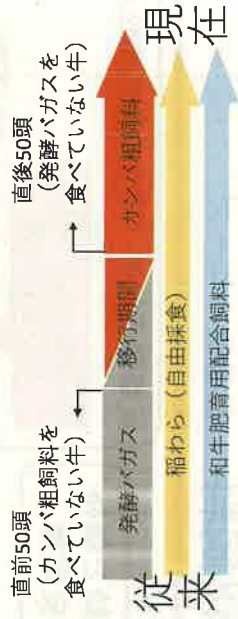


- 配合飼料と稲わら：従来通り
  - I：発酵バガス500 wet-g/日
  - II：カンバ粗飼料500 wet-g/日
  - III：カンバ粗飼料1 wet-kg/日
- ※12~13か月齢のみ2倍量

# 給与実証2 効果の検証



牧場全体の肥育牛の発酵バガスをカンバ粗飼料で置換



# 給与実証1 給与量の検討

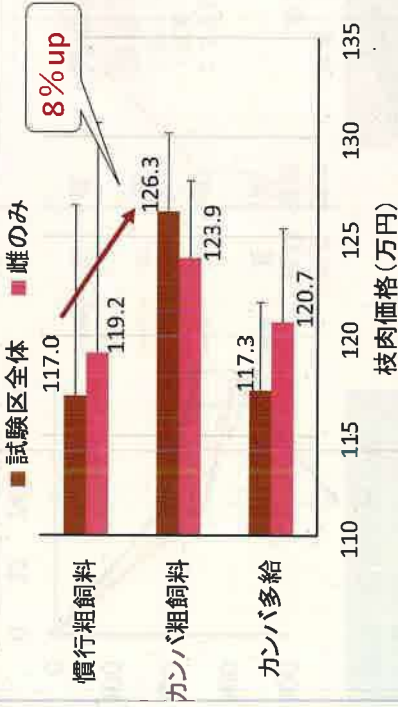
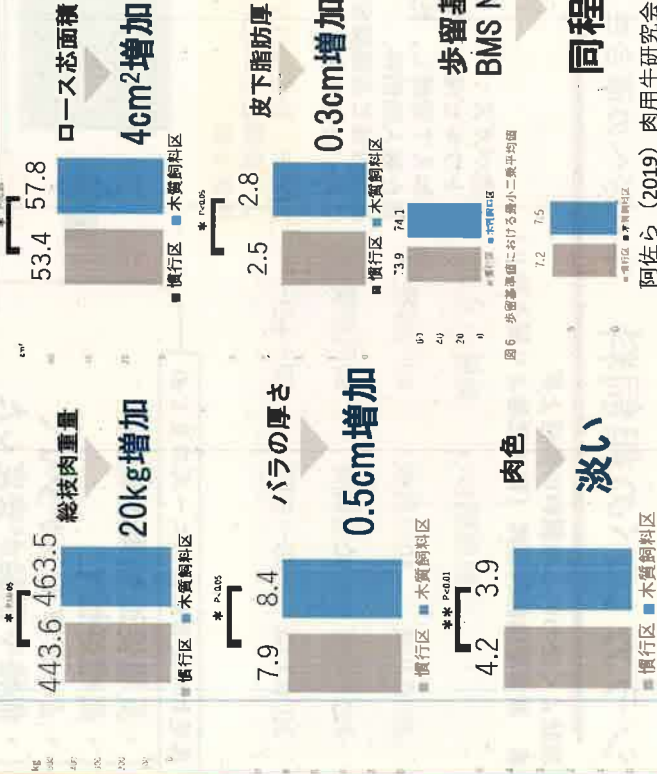


図1 試験①の3試験区の枝肉価格平均  
すべての試験牛屠畜直後の東京市場枝肉単価 (2019年3月19日) から計算。瑕疵は考慮せず。エラーバーは標準誤差。慣行粗飼料区6頭、カンバ粗飼料区6頭、カンバ多給区5頭の平均。

カンバ粗飼料による代替で枝肉価格向上  
(多給はあまり効果が見られず)  
⇒1日500gで大規模試験へ

# 給与実証2 効果の検証

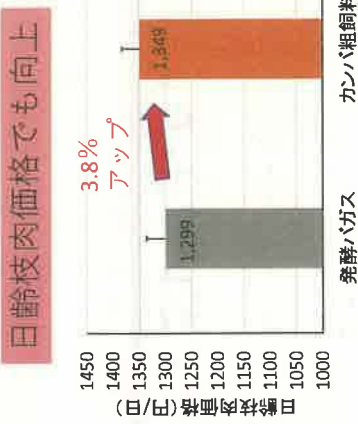
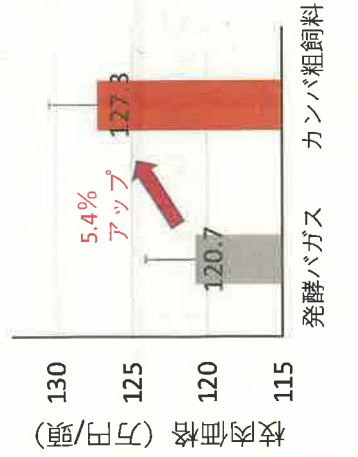


・慣行粗飼料区50頭、カンバ粗飼料区50頭の平均値  
・肥育日数および育種価を考慮して統計処理  
・\*は統計的に差がある事を示す (\*P<0.05, \*\*P<0.01)

## 給与実証2 効果の検証

切替後50頭の方が日齢が平均12日長かったので計算した

枝肉価格が向上



格付等級と枝肉重量から  
2019年4月22日の東京食肉市場 (株)  
大動物相場日報加重平均値により算出  
※瑕疵は考慮せず

## 木質粗飼料の事業性

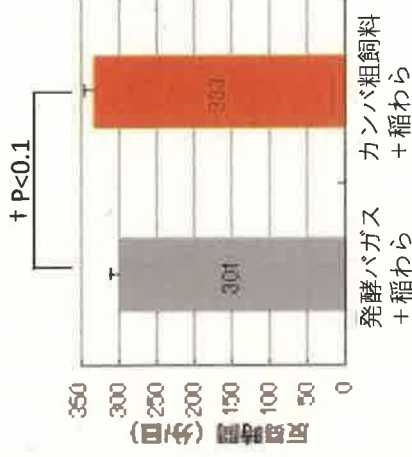
- (株) エース・クリーニングが2020年秋に  
実用規模装置を導入  
→需要が高く、フル生産状態  
→生産量拡大を検討中  
・稼働時間を延長して増産  
・さらに新設備増強



農家100軒以上が  
購入を継続中



## なぜ効果?



・同じ湿重量の給与で  
反芻時間が長くなる傾向  
※水分が多い (35%前後) ため乾物重量は  
発酵バガスより少ない  
・反芻時間以外にも要因があった  
かもしれない



効果の要因について研究中

図 反芻時間の比較 (雪印種苗 (株) 提供)  
配合飼料、稲わらと共に1日に500g (湿重量) の発酵  
バガスまたは シラカンバ蒸煮粗飼料を給与。  
4頭それぞれに7~8日ずつ各飼料を給与した、のべ30  
日ずつの反芻時間の平均値。エラーバーは標準誤差。

反芻雪微生物叢に好影響がある  
ことも最近わかりつつある

伊藤ら (2021) 日本畜産学会第129回大会

## トドマツの可能性

### 実証的給与試験

道産針葉樹の黒毛和種肥育牛への給与試験

- ・雪印種苗 (株) 北海道研究農場 (長沼町) で実施
- ・黒毛和種肥育牛3頭ずつ
- 慣行粗飼料として発酵バガス給与
- 発酵バガスをトドマツ (一時期カラマツ) で代替

### 発酵バガス給与

### 針葉樹給与



枝肉重量、BMS等が  
向上する可能性

糞の水分が減って牛床の汚れが少なくなる様子

写真: 雪印種苗

## トドマツの可能性

シラカンバと比べて

### <針葉樹の長所>

- ・安定的な入手
- ・比較的安価

### <針葉樹の短所>

- ・「白樺」の方がイメージが良い
- ・嗜好性がやや低い
- ・密度が低く、製造や製品輸送に課題※

### <長所にもなり得る>

- ・蒸煮の効果を受けにくいいため消化できる割合が低く、繊維含量が多い

※

シラカンバと比べて安価であるが、装置に約2/3の重量しか入らない

針葉樹チップ 14900円/t  
広葉樹チップ 20200円/t  
(R1年12月)

<https://www.nraff.go.jp/hokkaido/toukei/ki-kaku/nenpou/r1-r2sougou/attach/pdf/r1-r2sougou-66.pdf>

木材の業界は体積で売買されるが、飼料は通常重量あたりで販売される

ご清聴ありがとうございました。

## トドマツの可能性

トドマツ粗飼料が実用化する日

実用化に向けて必要なこと

嵩が高く重量が稼げない針葉樹でも売れるように・・・

- ・消化しにくい針葉樹蒸煮物の効果を明らかにすること  
例：シラカンバより少ない給与量で同等の反芻促進効果
- ・シラカンバ等の木質粗飼料の認知度がさらに向上し、効果を実感する農家が増加すること

※現在、河川のヤナギを原料とする検討を実施中

・嗜好性：シラカンバ≧ヤナギ>トドマツ

・材の密度：シラカンバ>ヤナギ>トドマツ

河川ヤナギの有効利用研究会（北大、帯畜大、開発局、林産試等）

4～10年後・・・？