

食べられる木材 - 木材の飼料化

遠藤 展

なぜ木材が飼料になるのか？

なぜ木材が飼料になるのでしょうか？動物の飼料になるとしても、木材を消化できる動物は、反すう胃を持っている動物にかぎられます。具体的にいえば、牛や羊などです。図1に示したように、これらの動物の胃の中には、木材の主要な成分であるセルロースを消化できる菌が住んでおり、この菌は、セルロースを消化するセルラーゼという酵素を出してセルロースを動物が消化できる形に分解するわけです。しかし、木材をそのまま与えたのでは、動物はそれを消化することはできません。それは、木材がセルラーゼで破壊できないリグニンという殻でおおわれているからです。

したがって、木材を飼料として利用可能なことは、100年も前から分かっていたのですが、このリグニンを安価な方法で破壊することができなかったため、実用化には至っておりませんでした。ところが最近になって、図2に示したような蒸煮法とか、爆砕法とか呼ばれる方法、すなわち180程度の高圧飽和水蒸気で木材を蒸す方法によって、

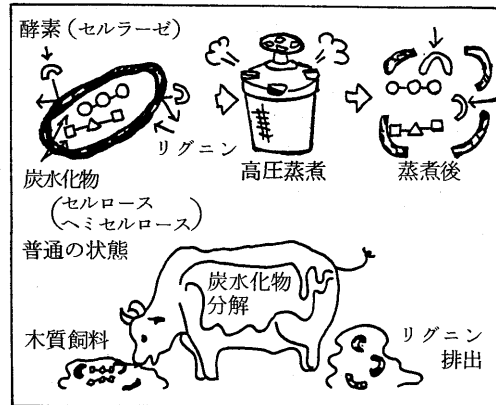


図2 なぜ木材がエサになるのか

このリグニンの殻を一部破壊することができることが分かりました。そこで現在は、この蒸煮爆砕法によって実用化に向けた各種の試験が行われています。

研究の進み具合について

この研究は、農林水産省農林水産技術会議が進めている、バイオマス変換計画の中で検討されており、その最新の成果が第2回木質系資源の飼料化に関する研究会（61年2月）において発表されました。その中の主な成果を紹介します。

（農林水産省北海道農業試験場）

この試験場では、乳牛12頭を用いて搾乳試験を行っています。写真が実際に木質飼料をたべている乳牛の様子です。表1が試験結果ですが、試験は泌乳最盛期（一番乳を出す時期）に行われました。この結果、飼料中の30%を木質飼料で代替した区の乳量が26.7kg/日、木質代替0%、すなわち木質飼料を用いない区の乳量が26.8kg/日とほとんど差がなく、木質飼料が十分乳牛の飼料として用いることができることが分かりました。

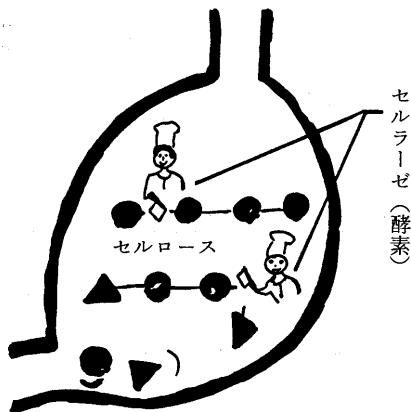
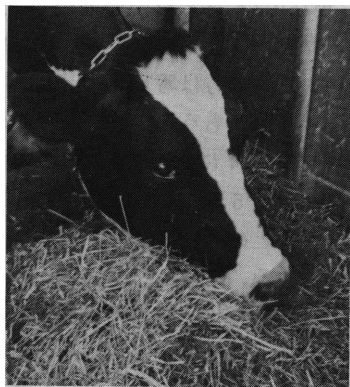


図1 羊や牛の胃の中で



試験中の乳牛

表1 乳牛における試験結果
(60年度泌乳最盛期)

試験区	0%代替		15%代替		30%代替	
	開始時	試験中	開始時	試験中	開始時	試験中
体重 (kg)	665	647	634	643	681	657
乳量 (kg/日)	29.2	26.8	30.5	28.6	30.1	26.7
乳脂肪 (%)	3.74	3.50	3.58	3.64	3.71	3.46
無脂固形分 (%)	8.73	8.29	8.27	8.16	8.62	8.33

注) 宮本進: 木質系資源の飼料化に関する第2回研究会 (1986)

(農林水産省東北農業試験場)

試験には、肉用牛である黒毛和種12頭を用いています。図3に試験結果を示しましたが、粗飼料中の木質飼料0%区と、100%区とでは成長量にほとんど差はなく、肉用牛についても木質飼料は十分飼料として用いることができることが示されました。これらの牛は、61年1月にと殺解体され、肉質や内臓の検査が行われました。肉質は、あぶら身が少なく、肉汁に富み、内臓についても特に病的な症状は見られませんでした。さらに、100%区の場合、胃の重さが2~3割、内容積が3倍程度大きくなっていることが分かりました。この点は、稲わら等の粗飼料を多く与えたとき発生する状態であり、粗飼料を多く与えたことにより胃の発育が良くない可能性があるということです。

(北海道立新得畜産試験場)

試験は、牛のかわりに同じ反すう動物であるめ

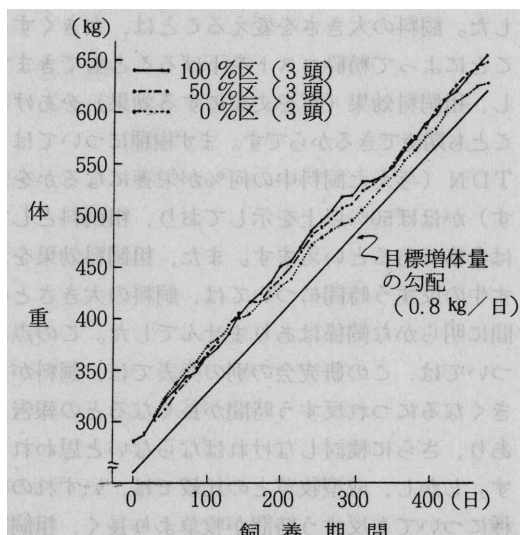


図3 肉用牛の体重増加曲線
注) 滝本勇治: 木質系資源の飼料化に関する第2回研究会 (1986)

表2 めん羊における試験結果

樹種	蒸煮条件 (kg/cm ² -分)	粒度 (mm)	TDN (%)	反すう時間 (分)	酵素消化率 (%)
シラカンバ	15 - 3	4.2	52.9	467	63.2
		9.0	51.5	489	63.2
		17.0	58.9	426	63.2
ダケカンバ	15 - 4	4.0	55.0	391	57.1
ミズナラ	16 - 7	1.1	52.1	388	59.5
シナノキ (わりばし)	16 - 7	2.2	55.6	416	46.5
			57.1	-	62.7
シナノキ (丸太)	16 - 7	3.1	48.7	-	57.1
牧草	-	-	57.5	367	-

注) 1 出岡謙太郎: 木質系資源の飼料化に関する第2回研究会 (1986)

2 牧草は、アルファルファーキューブ (3皿角)

3 シナノキ (わりばし) は、廃材チップ

ん羊6頭 (顔の黒いサフォーク種) を用いて行いました。表2に試験結果を示しました。シラカンバのほかに飼料化可能樹種の拡大の意味でダケカンバ、ミズナラ、シナノキを、シラカンバについては、飼料の粒度 (大きさ) を変えた試験を行いま

した。飼料の大きさを変えることは、大きくすることによって粉碎コストを下げることもできますし、粗飼料効果（胃を丈夫にする効果）をあげることも期待できるからです。まず樹種については、TDN（与えた飼料中の何%が栄養になるかを表す）がほぼ50%以上を示しており、粗飼料としては合格であるといえます。また、粗飼料効果を示す牛の反すう時間については、飼料の大きさとの間に明らかな関係はありませんでした。この点については、この研究会の別の発表では、飼料が大きくなるにつれ反すう時間が長くなるとの報告もあり、さらに検討しなければならないと思われます。しかし、成型牧草との比較では、いずれの樹種についても反すう時間が牧草より長く、粗飼料効果は成型牧草より高そうです。

（日立造船）

日立造船株は、このバイオマス計画の中で、実用化のためのプラント設計、試作を担当していま

す。同社では、現在 0.2トン/日の非連続型と、2トン/日の連続型のプラントを設計・試作しております。2トンタイプの方は写真 に示しましたが、徳島県においても、もうそう竹の飼料化の試験に用いています。図4には、0.2トンタイプを示しました。今後は、5トン/日、10トン/日タイプを検討していくとのことです。

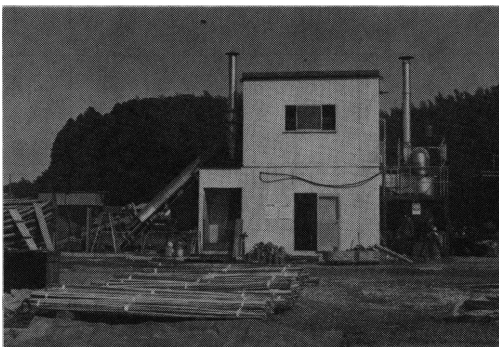
林産試験場のとりくみ

林産試験場では、飼料化可能樹種の拡大、ローコスト飼料化技術の開発、蒸煮副産物の利用、の3点を検討しています。その成果は各種の学会や研究会で発表しており、その文献リストを最後に示しました。

各種成果の中で代表的な、樹種の拡大について示します。表3には、主要道産材についてその最大消化率を示しました（消化率については、実際

表3 樹種別最大消化率と蒸煮条件

樹 種	蒸 煮 条 件	消化率(%)
シラカンバ	18kg/cm ³ -5分	73.2
ダケカンバ	〃	72.2
ウダイカンバ	〃	70.5
シナノキ	〃	63.9
ナラ	〃	63.7
ブナ	〃	60.6
イタヤカエデ	〃	59.9
ポプラ	〃	59.1
カラマツ	〃	34.0
トドマツ	〃	23.6
チシマザサ	18kg/cm ³ -10分	61.9



稼働中のテストプラント

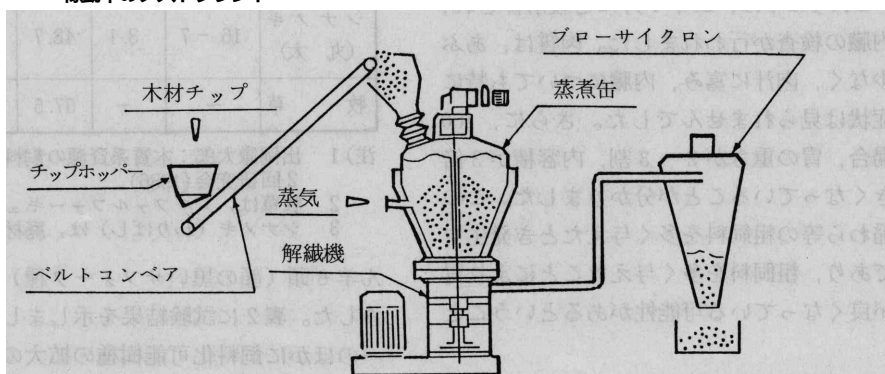


図4 木材飼料化のテストプラント

注) 橋本文雄：木質系資源の飼料化に関する第2回研究会（1986）

牛や羊にたべさせて測定すれば一番良いのですが、時間がかかりすぎるため一般には、消化酵素による消化率で求められています。これによりますと、代表的な道産広葉樹材種については、消化率60%以上が得られるということです。しかし、カラマツ、トドマツの針葉樹については消化率が低く、今後の検討課題となっています。また、図5には、消化率60%を得るための蒸煮圧力と蒸煮時間の組み合わせを示しました。

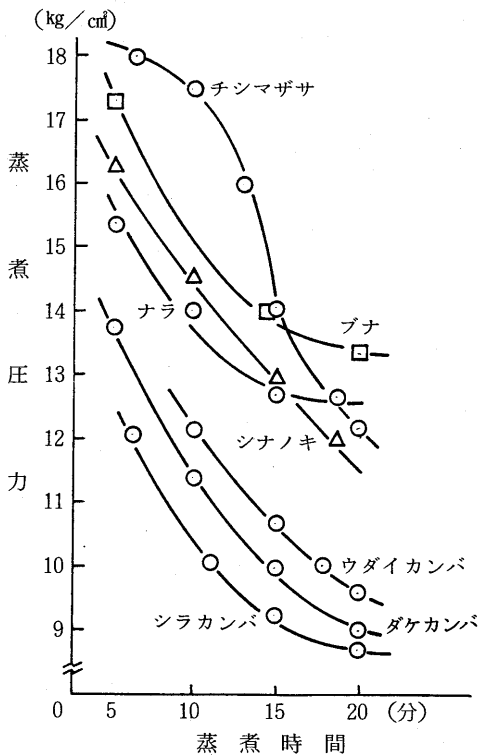


図5 消化率60%を得るための蒸煮条件

これからの課題

これからの課題は、なんといってもローコスト化による製品価格の低減です。現状での試算では、原料シラカンバチップを27.8円/kgとして、製品は56円/kgです（農林水産省林業試験場、志水室長らの試算）。この価格を40円台まで下げなければなりません。

さらに、木質飼料と牧草との栄養価を比較すると、木質飼料にはたんぱく質がほとんどありません。

また、ミネラルも欠けているものがあります。したがって、木質飼料のみを与えつづければ動物は死んでしまいます。たとえば、乳牛試験を行った北海道農業試験場では、木質飼料とともに乾草、配合飼料を組み合わせ与えています。実用化のためには、このような与え方の手順（マニュアル）をきめることがこれからの課題となっています。このため、研究会では、ここ1~2年の間にマニュアルを完成させる予定になっています。

また、これらの技術を地域で実用化していくためには、木質飼料と地域の副産物や地域の技術とどのように組み合わせていくかという点が重要な課題となってきています。このためには、林業畜産の行政や研究機関の協力とともに、地域の民間組織との連携が必要となります。61年2月には、旭川商工会議所が中心となり、バイオテクノロジー特別委員会が発足し、木質飼料を含めたグリーンバイオについて検討を開始したとのことであり、林産試験場ではこれら地域の民間組織の動きと連動して、この技術の地域技術化の課題にとりくんでいこうとしています。

参考文献

- 1) ヤギはなぜ紙を食べるか - 木材の飼料化をめぐる：本誌，1984年5月号
- 2) 木質飼料の生産について：昭和59年度林業技術研究発表大会論文集，遠藤展ほか3名
- 3) 木からできるエサを知る：本誌，1985年6月号，斉藤直人
- 4) 木質飼料にふさわしい樹種をさぐる：本誌，1985年12月号，安久津久
- 5) 木質飼料の製造法と性質について：昭和60年度林業技術研究発表大会論文集（投稿中），葛西章ほか4名
- 6) 木質飼料の製造に関する研究 - 径級別，部位別糖化率の差：昭和60年度林業技術研究発表大会論文集（投稿中），松本章ほか4名
- 7) 木質飼料の副産物利用：昭和60年度林業技術研究発表大会論文集（投稿中），斉藤直人ほか4名

（林産試験場 繊維板試験科）