

# 木質飼料の副産物

斎藤直人

林産資源の新規素材化技術開発の一環として、蒸煮による木材の飼料化が検討されています。すでに、シラカンバの木質飼料製造に関するプロセスは確立されつつあり、多くの人々から関心を持たれています。また、バイオマス利用の観点からウッドケミカルスとして、林業界だけではなく多くの産業からも、今後の飼料化技術の進展に大きな期待が寄せられています。

蒸煮法とは、木材チップを飽和水蒸気で蒸煮し粉砕して木質飼料を得る物理的変換法の一つです。そして、高温高压の飽和水蒸気処理により木質飼料の外に、フルフラールやキシロースなどの付加価値の高い副産物もパージ蒸気やドレン中に含まれることが明らかになってきました。これらは、ウッド・ケミカルスとして化学工業原料および医薬品に利用可能で、将来の石油化学に代替するバイオマス工業の主体になり得ると思われま

す。そのため、今回は、蒸煮によるシラカンバの木質飼料の副産物の利用についての検討を行いました。

パージとドレンについて説明します。図1に示しましたが、パージとは、オートクレーブ内を、均一かつ一定圧力に保つため、オートクレーブに

注入した蒸気を少しずつ流し出すことです。このパージ蒸気は、いわゆる木酢のにおいがし、冷却すると色は薄く黄色がかった水となります。

ドレンとは、蒸気によってチップからでた水または蒸気が冷えてオートクレーブの底にたまった水です。これには、単糖または一部のリグニンなどの熱水可溶物が溶け込み、茶色でpH 4以下の酸性を示します。

## 100l容オートクレーブによる蒸煮

写真1の100l容オートクレーブを用いて原料のシラカンバチップを乾物重量にして約18kgをオートクレーブに入れ、蒸煮圧力11kg/cm<sup>2</sup>で20分間蒸煮しました。

蒸気消費量は、11kg/cm<sup>2</sup>に到達するまでに要した11.33kgと11kg/cm<sup>2</sup>を維持するために要したパージ蒸気量11.90kgの計23.23kgでした。

この間のパージ蒸気は、この写真2の冷却管により回収しフルフラールを定量しました。

また、ドレンも放冷後回収し、糖量を求めました。写真3が、回収したドレンの一部です。

蒸煮したチップは、間隙7mmに調製したダブル

ディスクリファイナーで解繊しました。酵素は、明治製菓株式製のセルラーゼです(写真4)。これを用いて糖化率測定のために糖化します。

シラカンバチップ乾物重量17.78kgを蒸煮したところ16.10kg、蒸煮収

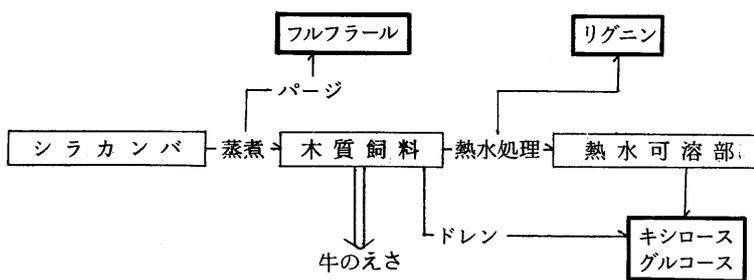


図1 木質飼料と副産物



写真1 100l容オートクレーブ

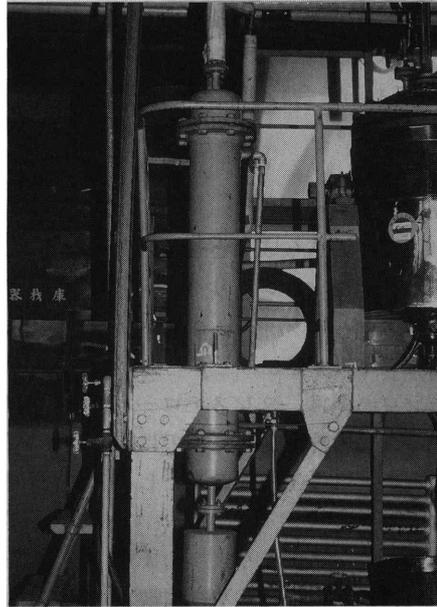


写真2 冷却管 (パーシ回収)

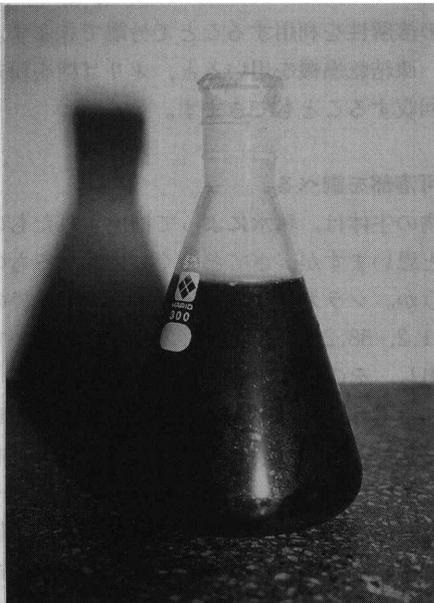


写真3 シラカンバ11kg/cm<sup>2</sup>-20min  
蒸着ドレンの一部

率90.5%の木質飼料が得られました。また、パーシ蒸気は全蒸気量の約50%にあたる11.9kgが回収され、フルフラールが40.8g、乾物チップ換算で0.23%含まれていました。

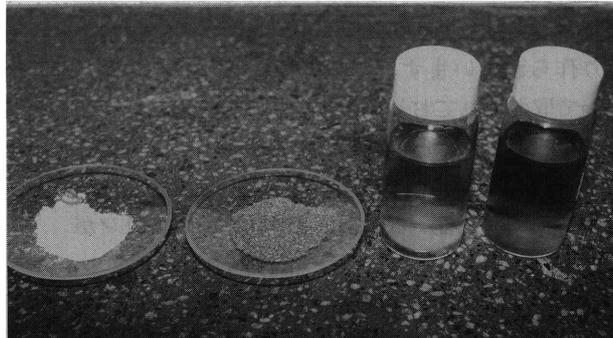


写真4 左から 酵素 シラカンバ粉  
酵素分解液 熱水可溶部

また、ドレンは3.4kg回収され、その中には糖が0.8kg、乾物チップ換算で4.56%含まれており、その70%以上がキシロースでした。つまり、このキシロースを副産物として利用できることとなります。

また、蒸着飼料の栄養部分いわゆる糖化物は、原料チップ換算63.3%で糖化率69.9%でした。これは、キシロースおよびグルコースなどの単糖が大半で、これらを用いればバイオマス変換技術の拡大としてアルコールなどの発酵工業にも期待がもてます。

この結果、蒸煮の副産物としては乾物チップあたり熱水可溶物24.4%とパーシ蒸気およびドレン9.5%これらを合わせた33.9%が利用可能であると思われます。

### 副産物の利用

副産物中の主な成分としては、キシロース、グルコース、キシラン、リグニンとタンニンです。

シラカンバのグルコースとキシロースはいわゆる砂糖になります。

キシロースは、コレステロール低下作用などのほか、食品着色剤、甘味料のほかスルホン化することでキノコの生長促進剤として、また、制ガン剤として利用できます。キシロオリゴ糖も同じく様々な利用法があります。また、還元することで、貴重なキシリトールに変換でき、これも点滴用輸液、化粧品として使用できます。

現在、キシロースは輸入に依存しており、国内産50トン、中国産300トン/年くらいで農産物より作られています。そして、1,900~2,000円/kgで取引されており、これを高収率で回収、生産することが可能となれば、木質飼料のコスト低減につながるものと考えられます。

フルフラールからは、フラン樹脂やナイロンが作られます。

また、グルコースを還元し、ソルビトールにすると、ビタミンCや蛋白変質防止剤にできます。このほか、エステル類やエチレンそしてアルコールが作りだせます。

しかし、単糖まで、加水分解したグルコース、マンノースおよびキシロースを分離精製する方法は実験室的には確立されていますが、単離精製のコストに見合う有効な利用法は、現在のところ難しいという状態です。しかし、総合的に木材を利用するシステムでの単離精製ならば可能だと思われます。

また、木質系資源の加水分解によって得られた糖類は発酵によって微生物蛋白(酵母)、アルコール、油脂に変換して利用できます。トルライースト(酵母)は約50%の蛋白質や各種のビタミン類

を含み、アミノ酸組成も優れたものです。ですから、飼料あるいは核酸などケミカルスの原料としても利用できます。この酵母は二ワトリの嗜好性もよく、急性毒性の症候も観察されず、良質の飼料となるそうです。この微生物蛋白の生産コストは大豆かすの50円/kgと競合すればよいわけです。つまり、木質飼料のほか、蛋白飼料ということで、粗飼料効果のみだけでなく総合的飼料を木材から作りだせるということです。

また、もう一つの利用法として、ドレンをそのまま使うということがあります。ドレンはキノコの生長促進効果または雑菌の抑制効果がありそのほか、キレート性、分散性および粘結性があることから、これらの機能を利用した分野にも利用できると思われます。

次に副産物の分離と精製についてですが、先ほどもいいましたが難しい点がいくつかありますが、アルコールなどに対するリグニン、オリゴ糖と単糖の溶解性を利用することで分離できます。さらに、凍結乾燥機を用いると、オリゴ糖を粉末として回収することもできます。

### 熱水可溶部を調べる

副産物の主体は、熱水によって抽出されたものになると思いますが、さてどのくらい取れるものでしょうか。シラカンバの未蒸煮試料、蒸煮後の糖化率31.2、58.2および71.2%の3試料について熱水抽出し、その結果を表1に示しました。

熱水抽出率は、糖化率と強い相関性がありましたが、単糖は、蒸煮が厳しくなるにつれ急激に増加するようでした。また、それに従って、セルロースの分解に基づくガラクトースの相対量が増加したため、キシロースの相対量が低下して示されました。また、温和な蒸煮条件であるほど、オリゴ糖の相対量が多いことも認められました。

今後は蒸煮時にもアルコールを加えたとおもしろいと思われます。アルコールを添加することで、低温でも木質飼料の消化性を向上することができるので、ボイラーおよびオートクレーブの耐

表1 シラカンバの熱水可溶部と糖組成

条 件 (kg/cm <sup>2</sup> -min)	糖化率 <sup>a)</sup> (%)	蒸煮収率 (%)	熱 水 可 溶 部 (%)						
			抽出率 <sup>a)</sup>	糖含量 <sup>a)</sup>	アラビ ノース <sup>b)</sup>	キシ ロース <sup>b)</sup>	マン ノース <sup>b)</sup>	ガラク トース <sup>b)</sup>	グル コース <sup>b)</sup>
無処理材	0.6		1.5	57.1	1.9	36.3	8.5		53.3
8 - 10	31.2	99.4	15.7	7.9	2.8	70.8	4.3	18.9	3.1
10 - 10	58.2	98.3	26.5	13.3	5.7	65.8	6.6	16.5	5.3
12 - 15	71.1	93.7	27.7	48.7	2.7	53.9	5.6	34.8	3.1

注) 無処理材の糖組成は加水分解液, a) : 対蒸煮木粉, b) : 全糖比

圧条件を低下できますし、たとえアルコールが飼料に残留してもかえって牛には好まれると思われます。なによりも、副産物の回収がアルコールを用いると容易だからです。しかも、アルコールは木材からも作りだせますのでバイオマスのクローズに近いシステム化が可能と思われます。

## 文 献

- 秦 邦男：“ウッドケミカルの先端技術と展望”，R&Dレポート，No.40，P143，CMC  
志水一充：“森林資源の新しい利用”わかりやすい林業研究解説シリーズ73，下巻 利用編  
(林産試験場 繊維板試験科)