

ササ刈り装置の開発とササ・オリゴ糖の製造原価

橋本裕之

キーワード: ササ, 林業機械, フレールモア, ササ・オリゴ糖, キシロオリゴ糖

はじめに

北海道の森林には下層植生としてササ類が広く分布しており、その蓄積量は1億5千万トンと推定され、これは北海道の森林蓄積の26%、年間伐採量の約20倍に相当します。現在、ササ葉は健康食品（ササ茶、ドリンク、餅や麺類の添加物）などとしてわずかな量が利用されていますが、資源の大半は未利用のまま林地に放置されています。

ササはイネ科植物に属し、その細胞壁を構成する成分にはキシランと呼ばれる水に不溶な多糖類が25%程度含まれています。林産試験場では、簡単な水蒸気処理でキシランから水に可溶性キシロオリゴ糖を主成分とするササ・オリゴ糖を製造する技術を開発し、工業所有権（特許第1990589号）を取得しています。キシロオリゴ糖はわずかな量での整腸作用効果があり、低カロリーであることから、現在健康食品や添加物として広く利用されています。

これまで、ササを原料とした健康食品などを製造する企業では比較的群生している場所を選んで人手によりカマなどを用いて刈り取り収集しており、ササ原料価格に占める人件費の比率が高くなっているのが現状です。

そこで、林産試験場ではササの収穫を省力化、高速化しコストダウンを図ることを目的としたササ刈り装置を開発しました。ここではササ刈り装置の紹介と本装置を用いたササの収穫からササ・オリゴ糖の製造までのコストの試算結果を紹介します。

加えて、植林の際に捨てられているササを機械を用いて収集する技術を開発し、収穫からササ・オリゴ糖の製造までを一貫した技術として確立することによって新たな産業形態を産むことが可能になります。

ササ刈り装置の開発

ササは通年での大量の需要がないこと、また従来の装置は大型かつ高価であることから、ササ刈り装置の

導入は進んでいませんでした。このため、開発するササ刈り装置はコンパクトかつ低価格で導入可能なものとししました。また、従来人手により刈り取られたササは工場で荒粉碎と微粉碎されることから、開発する装置には刈り取り機能に加え荒粉碎機能も付加して生産コストの低減を図ることとし、収集能力は人手の3倍を目標としました。

これらの条件に基づき、走行部分や動力部分等の開発がいない市販の除雪機を利用し、刈り取り部と荒粉碎部を試作することとしました。このことにより以下の特徴が得られます。

- ①ササ刈り部を着脱可能なアタッチメントとすることにより、冬季間の除雪作業とササ刈り作業の両方が可能になります。
- ②コンパクトな装置になるので立木の間隔が狭い場所でも作業が可能になります。
- ③小型トラックで搬送できます。
- ④自走式なので操作が簡単となり労力が軽減されます。

図1にササ刈り装置の概念図を、図2に刈り取り部の構造を示します。

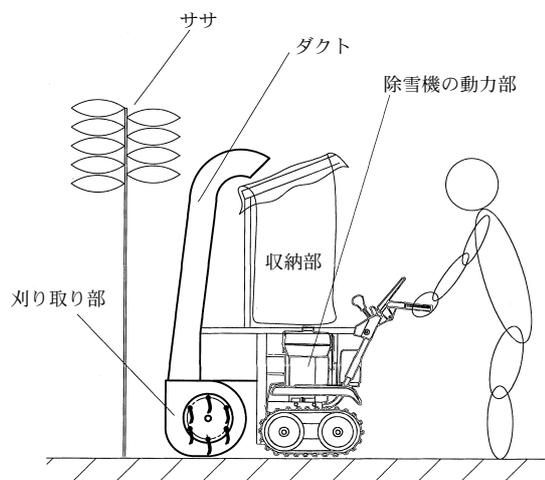


図1 ササ刈り装置の概念図

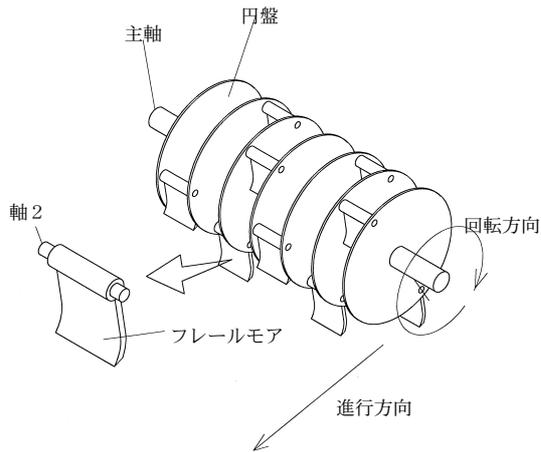


図2 刈り取り部の構造

フレールモアとはササを叩き切る刃物の一種で図2のような形状を有するものをいいます。エンジンの回転は主軸に伝達され円盤を回転させます。フレールモアは円盤に固定された軸2に対して自由に回転可能な状態で取り付けられています。主軸の回転中、フレールモアは遠心力により放射方向を向きます。フレールモアはササを下からすくいあげるようにたたき切ることとなり刈り取りと荒粉碎が同時に行われます。石や倒木等の障害物があった場合には軸2を中心として回転することにより衝撃を吸収し刈り取り部の大きな損傷を避けることができます。たたき切られたササの破片はフレールモアの回転によって生じた風圧によってダクト内を通り収納袋に収集されます。試作したササ刈り装置の機械的仕様を表1に、試作機を写真1に示します。

試運転結果および考察

試運転は道有林にて行いました。試作機の収穫能力

表1 ササ刈り装置の機械的仕様

【外形寸法】	全長	1,700mm
	全幅	900mm
	全高	1,700mm
【動力部】	最高出力	7.0ps/3,600rpm
	排気量	196cc
	使用燃料	ガソリン
	燃料タンク容量	3.5ℓ
【刈り取り部】	カッター	フレールモア方式
	最高回転数	2,690rpm
	刈り取り幅	700mm

を測定するためになるべく平地でササが密集している場所を選びました。試運転の様子を写真2に示します。

試作機では、1台で80kg/hの収穫ができました。ただし、機械オペレータのほかに石や枝条を除去する要員も2台につき1名が必要になることが明らかになりました。これから、収穫量は、機械刈りでは54kg/h・人、実際に人手で刈った場合では23kg/h・人となり2倍以上の効果をもたらします。

しかし、本装置には今後以下の改良も必要と判断されました。

- ①装置側面へのササの引っかかりを無くするためのガードを取り付ける
- ②刈られたササがスムーズに圧送できるようなダクトの形状にする。
- ③ササを積極的に巻き込むための巻き込み部を付加する。

試作したササ刈り装置では上記の改良に加えオペレータの熟練を考慮すると人手の3倍の収穫能力を達成できる見込みが得られます。



写真1 ササ刈り装置の全景



写真2 試運転中の様子

製造工程およびコスト試算は後述しますが、ササを6～8月までの収穫に適した期間内(75日間)で1年間に必要な500tを収穫するためには、ササ刈り装置9台が必要になります。また、試運転時に明らかになったササ刈り装置2台につき1名の障害物除去要員が必要になることを含め合計14人の人員を要します。ここで得られる原料価格は、人力だけの場合では7時間稼働時で62円/kg(42人/日)に対し、本装置を用いた場合23円/kgになり、コスト的にも要員配置の面でも有利になると判断されます。

ササ・オリゴ糖の製造工程

ササ・オリゴ糖の製造工程を図3に示します。まず、粉碎したササの葉部や稈部に含まれる水に可溶性成分を除去します。例えば、乾燥重量で1,000kgのササを熱水で抽出すると、固形分として100kgの抽出物が分離されます。この抽出物は、いわゆるササ茶の原料としても利用可能です。

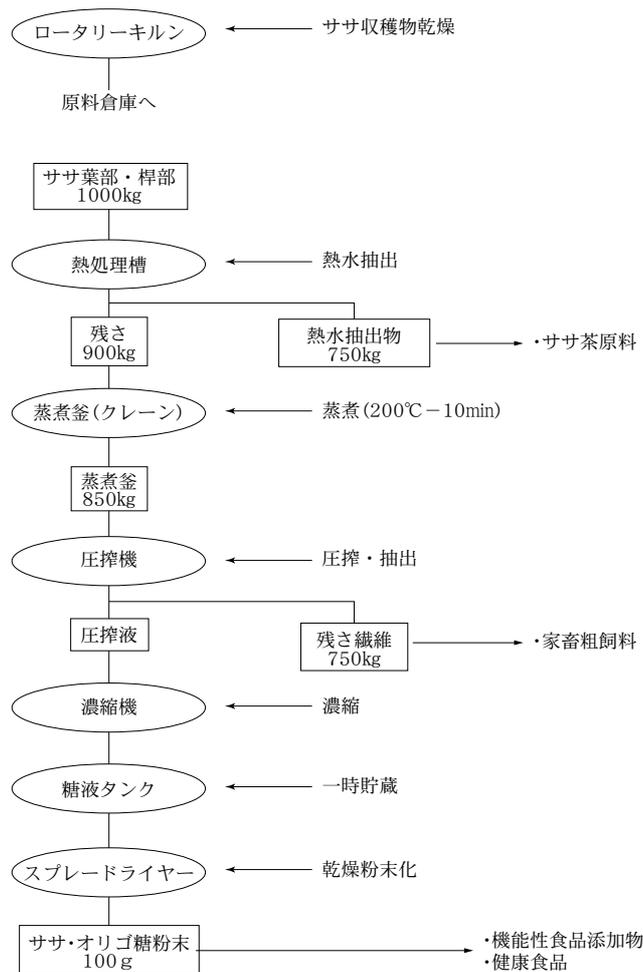


図3 ササ・オリゴ糖の製造工程

次に、ササ・キシランを可溶化する目的で、熱水抽出残さ(900kg)を200℃の飽和水蒸気で10分ほど蒸煮します。この蒸煮物(850kg)に水を添加し、圧搾装置などで固体と液体を分離すると、キシロオリゴ糖を主成分とする糖液が回収可能となります。さらに、糖液中の水分をスプレードライヤーなどで蒸発させることにより100kgの淡褐色で良好なカラメル臭を有する乾燥粉末が得られます。この乾燥粉末は90%のキシロオリゴ糖と10%の他成分を含んでいます。後者の成分は、蒸煮の工程で生じた糖の二次分解物などで、ササ・オリゴ糖粉末の色や香りを形成していると考えられます。

これまでの試験の結果では、ササ・オリゴ糖は腸内有用細菌であるビフィズス菌などを増殖させる効果のあることが認められています。したがって、機能的健康食品としての価値を十分に有すると言えます。

また、副生される残さ(750kg)は消化性の良好な繊維質が豊富なため、家畜粗飼料として利用できます。

コスト試算

コスト試算にあたり表2のような前提条件を、機械設備については表3を設定しました。

ササ刈り装置1台の価格は50万円程度になります。収穫に必要な原価を表4に示します。表5では工場でササ・オリゴ糖を生産する原価を示します。ここでは副産物として得られるササ茶(390円/kg)や家畜用粗飼料(30円/kg)の売上をマイナスのコストとして試算を行いました。

コスト試算の結果、開発したササ刈り装置を用いて年間500tのササを収穫し50tのササ・オリゴ糖を生産すると1kg当たりの原価は1,290円になることが分かりました。

表2 コスト試算の前提条件

原料消費量	一日に全乾重量で1tを消費
ササの乾燥前含水率	100%
ササの乾燥後含水率	10%
ササの容積比重	0.2g/cm ³
製品歩留まり	10%(ササ全乾重量に対する)
年間稼働日数	250日
設備補助	ササ刈り機を含め、全設備は6割の補助を得る
副産物の処理	熱水抽出物はササ茶原料として販売 残さ繊維は家畜粗飼料として販売
前提条件(ササ刈り取り)	
ササ収穫量	生産量で年間500tを収穫(全乾重量)
ササ刈り機能力	120kg/h(生産量-全乾重量)
年間稼働日数	75日(夏期間のみ)

表3 機械設備の内訳

	容量	電力(kw)	単価(千円)	数量(基)	設備補助率	購入価格(千円)	減価償却費(千円)	
原料倉庫			8,400	1	60%	3,360	302	
工場建屋			27,000	1	60%	10,800	972	
ロータリーキルン	750kg/h	17.85	20,000	1	60%	8,000	900	
抽出装置	熱処理槽	2,000ℓ	0.75	6,700	1	60%	2,680	302
	蒸煮釜	500ℓ	1.5	11,100	1	60%	4,440	500
	压榨機	250kg/h	5.5	10,000	1	60%	4,000	450
	濃縮機	150kg/h	2.0	30,000	1	60%	12,000	1,350
	スプレードライヤー	9t/日		50,000	1	60%	20,000	2,250
	ボイラー	500kg/h	1.25	5,000	3	60%	6,000	675
	糖液タンク	1,000ℓ	0.4	1,900	1	60%	760	86
クレーン	490kg	1.0	1,900	1	60%	760	86	
機械設備設置費(25%)						14,660	1,649	
工場小計			172,000			87,460	9,521	
ササ刈機			500	9	60%	1,800	324	
合計		32.75kw	172,500			89,260	9,845	

表4 収穫に必要な原価

	金額(千円)	単価(円)	数量	単位	備考
労務費	10,500	750,000	14	人/年	1万円/人・日
燃料(ガソリン)費	729	100	7,290	ℓ/年	
消耗品(刃物)費	50	50,000		円/年	
減価償却費	324				耐用年数5年, 1,800千円(ササ刈機9台)×0.9×0.250
	11,603				

注:ササ1t当原価= 23,206円/t(生産量)

表5 ササ・オリゴ糖の製造原価

	金額(千円)	単価(円)	数量	単位	備考
ササ原料	11,603	23,206	500	t/年	生産量
労務費	7,000	3,500,000	2	人/年	
電力-基本料金	562	1,170	40	kW	1,170円/kW×40kW×12か月
電力-従量料金	137	11,740	11,646	kWh/年	
燃料(灯油)費	11,740	40	293,500	ℓ/年	
水道費	565	226	2,500	cm ³ /年	
減価償却費	9,521				機械設備は耐用年数8年, 原料倉庫は耐用年数10年
人件費	6,500		2	人/年	事務員2人(400万円および250万円)
ササ茶原料販売	-9,750	390	25,000	kg/年	熱水抽出物(乾燥換算)を販売
家畜粗飼料販売	-5,625	30	187,500	kg/年	残さ繊維を販売
	32,252				

注:製品1kg当原価=1,290円/kg

一方、ササを人手で収穫した場合には2,650円と試算されることから、ササ刈り装置導入のメリットは非常に大きいと推察されます。

まとめ

以上、試作ササ刈り装置の紹介と製品コストについて考察しました。ササ刈り装置での原材料コストの比率は約40%となり、本道製造業平均36%に比較してもまだ高いので、さらに原材料コスト低減のためには収穫機械の能力を高める必要があります。

また、現在流通している精製オリゴ糖は2,500～3,000円/kgとなっています。ササ・オリゴ糖から不純物を除去し、精製した場合には相当高額となることが予想されることから、ササ・オリゴ糖のままでの利用開発が求められます。

現段階では需要先が不透明であり、企業化も困難な段階ではありますが、今後の展開に期待したいと思います。

(林産試験場 機械科)