

北海道におけるササ資源とその化学的利用

利用部 バイオマスグループ 関 一人

■ 北海道におけるササ資源

ササは、分類学上においていまだに定説とはなっていないませんが、イネ科タケ亜科に属し、少なくとも6属80種ほどに分けられています。また、ほぼ日本本土特産とされていますが、その他には、サハリン南部、シムシル島以南のクリル諸島、対馬、済州島などに分布します。

ササの茎は、タケと同様に中空で節を有するため稈と称されています。イネ科植物の多くが草本とされるのに対し、ササやタケの稈は木質化するために木本に属しますが、樹木のように形成層を持たず、肥大成長はしません。一般にササは小型のタケという印象がありますが、分類学上では稈が伸長した後も稈鞘（タケノコの皮）が節から脱落しないものをササ、脱落するものをタケとしているようです。

北海道では、ササは森林の下層植生として広く分布しており、その分布面積は約500万ha、北海道の総面積の60%、森林面積の90%を占めています。

北海道に自生するササの種は、ササ属 (*Sasa*) 3種とスズタケ属 (*Sasamorpha*) 1種の2属4種です(表1)。チシマザサは稈長3m、根元直径3cmほどにも成長する大型のササで、道北では山地および平地に、それ以南では、日本海側の多雪地域を中心として、約700m以上の山地に分布しています。クマイザサは稈長2mほどになり、チシマザサの分布域よりも低標高の山地から平地にかけて分布し、太平洋側における少雪地域

の平地には分布しないところもありますが、4種の中では最も広くほぼ全道にわたって分布しています。ミヤコザサは、稈長が1m以下の小型のササで、日高地方や十勝・釧路・根室地方などの太平洋側の少雪地域の平地に分布します(図1)。スズタケは稈長2mほどになり、太平洋側の少雪地域のごく一部にのみ分布します。

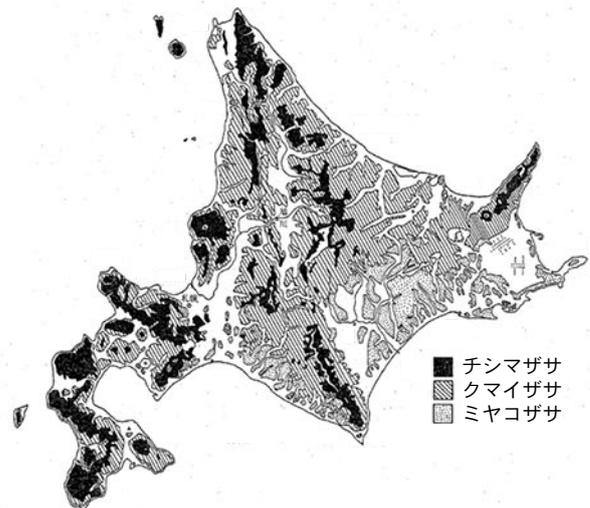


図1 北海道におけるおもなササの分布*)
*) 参考資料3) から一部改変

北海道におけるササの資源量は、その95%以上がチシマザサとクマイザサで占められており、4種総計で約15,000万トン(乾燥重量換算で7,500万トン)と推定されています(表1)。この量は北海道の林木蓄積の約30%にも相当し、木材に次ぐ再生可能な森林バイオマスとすることができます。

これまでにササは大規模に利用されたことがなく、むしろ林業にとっては造林や天然更新を妨げるため、邪魔者扱いにされてきました。しかし、近年、ササなどの森林バイオマスを食品、飼料、工業原料として積極的に利用することは、食料自給率が低く、工業資源の少ないわが国にとって、国家戦略上において重要であると考えられるようになってきています。

表1 北海道のササ資源量*)

種名(学名)など	万トン	%
チシマザサ (<i>Sasa kurilensis</i>)	6,154	40.9
クマイザサ (<i>Sasa senanensis</i>)	6,768	44.9
チシマザサ・クマイザサ混生	1,549	10.3
ミヤコザサ (<i>Sasa nipponica</i>)	469	3.1
クマイザサ・ミヤコザサ混生	54	0.4
スズタケ (<i>Sasamorpha borealis</i>)	43	0.3
その他混生	9	0.1
総計	15,046	100.0

*) 参考資料2) から一部改変

■ ササの化学組成

ササの化学組成は、他の一般的な植物と同様に、その 80～90%が 3つの主要成分に占められています。すなわち、ササの組織中の細胞壁は、多糖類であるセルロースやヘミセルロース、ポリフェノール類であるリグニンから構成されており、いずれも水に不溶の高分子化合物です。ササの稈における主要成分の組成は成長段階で異なりますが、成熟した稈では、セルロースが 45%、ヘミセルロースが 25%、リグニンが 20%ほど含まれています。

植物組織には主要成分の他に、多種多様な微量成分が存在し、その植物ごとに特徴的な成分組成を示しますが、ササではフラボノイドや色素などの抽出成分、ケイ素やカリウムなどの灰分が含まれています。稈と比較して、葉では微量成分が多いことが分かっています。

北海道において資源量の多いチシマザサとクマイザサの主要成分の組成は、ほぼ同様であることから、主要成分の利用に関しては、双方のササを区別することなく利用可能と考えられます。また、ササの稈の主要成分の組成は、シラカンバやヤナギなどの広葉樹の材に似ていることが分かっています。ササのヘミセルロースは、広葉樹の材のそれと同様に、キシロースと呼ばれる単糖 (図3参照) が 200個ほど鎖状に結合したキシラン (図2) が主な成分となっています。

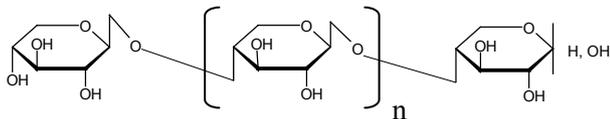


図2 キシランの基本構造 ($n \approx 200$)

■ 高温高压の水蒸気を用いてササからオリゴ糖をつくる

既往の研究によると、植物の細胞壁の主要成分のうち、ヘミセルロースは加水分解などの化学反応を受けやすいことが知られています。これまでに林産試験場では、高温高压の水蒸気を用いる蒸煮により、ササのヘミセルロースであるキシランを化学変換することによる利用技術を開発しています。蒸煮は、水熱処理とも呼ばれ、いわゆる化学薬品類を一切使用しなくても、水と熱のみで短時間に化学反応が進行するといった利点があります。ちなみに蒸煮のその他の活用例として、早生樹であるヤナギ類などを原料としたエタノールの製造実験において、セルロースをグルコース

に効率的に酵素糖化させる目的で、前処理技術として検討されています。

ササの葉および稈の混合粗砕物を圧力容器に入れ、180～200℃の飽和水蒸気 (ゲージ圧力約 1.0～1.6MPa) で数分～30分間ほど蒸煮します。水が存在する高温高压の条件下では、キシランは加水分解反応を受けて糖同士の一部の結合部位で切断されて低分子化し、水溶性のオリゴ糖 (2～10糖) を生成すると考えられています。ササの蒸煮物を水で抽出すると、オリゴ糖を主成分とする抽出物が原料の乾燥重量に対して 10～15%の割合で得られます。このオリゴ糖は、キシロースがいくつか結合しているため、キシロオリゴ糖と呼ばれています (図3)。

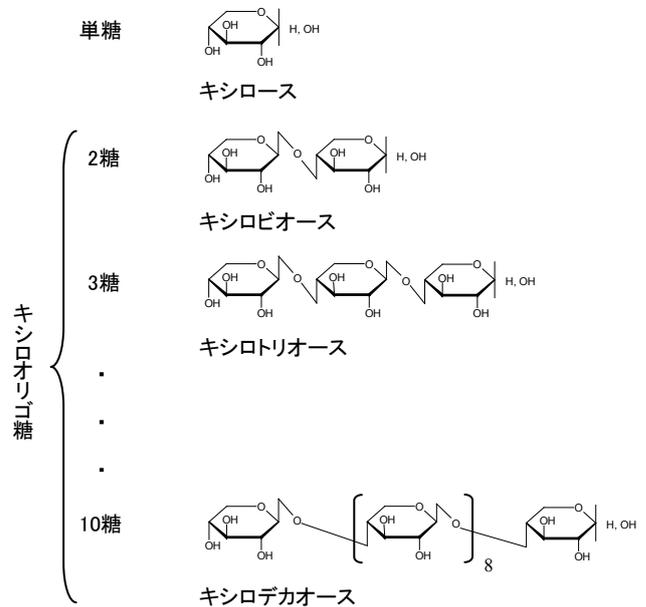


図3 ササから得られるオリゴ糖を主成分とする糖液に含まれるおもな糖類

■ ササのオリゴ糖の化学的性状と機能性

蒸煮-水抽出によりササから得られる、キシロオリゴ糖を含む抽出液 (写真1) は、甘味は少なく、褐色で、酢酸臭およびメイプルシロップのような芳香を有します。蒸煮によりササから得られる糖は、単糖および 2～10糖が主要な構成糖ですが (図3)、さらに 11～20糖などの存在も推定されており、含まれている糖の重合度がかなり広範囲であるのが特徴です。そのため、ササのキシロオリゴ糖は、トウモロコシの穂軸などから酵素分解-精製を経て得られ、甘味を有する市販のキシロオリゴ糖 (2～5糖が主要な構成糖) と比

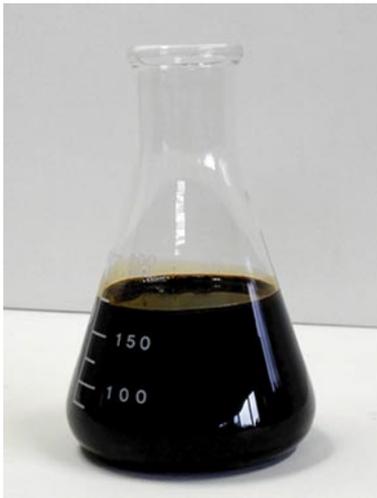


写真1 ササから得られたオリゴ糖を主成分とする糖液
(固形分35% 濃縮液)

較して、甘味が低くなっています。また、色に関しては一部のリグニンが溶出したこと、香りに関してはキシランから酢酸が遊離したこと、糖の二次分解物が生成されたこと、溶出したリグニンからバニリンなどの芳香性化合物が生成されたこと、などに起因すると考えられています。

現在市販されているキシロオリゴ糖は、加工食品の添加用として利用されています。その機能性として、整腸作用、血糖値や肝脂質の改善、カルシウムや鉄などのミネラルの吸収・保有率の促進効果などがすでに報告されています。これまでに、ササから得られるキシロオリゴ糖について整腸作用に関する機能性を調べたところ、十分に期待できることが分かっています。

■ おわりに

現在、これまでに述べてきた技術は、北海道内のササを取り扱ういくつかの企業に普及されており、ササのオリゴ糖を利用した菓子や健康食品などがすでに商品化されています。また、ササのオリゴ糖製造にともなう抽出残さ中のセルロースは、酵素糖化-発酵することにより、エタノールを製造することも理論上可能です。

近年のように海外からの工業資源の供給体制が不安定になっている中で、地域資源を有効に活用した自立型の持続可能な社会を形成するためにも、ササのような森林バイオマスを原料とした有用化成品の効率的な製造技術はますます重要になってくると考えられます。

参考資料

- 1) 鈴木貞夫：日本タケ科植物総目録．384 pp, 学習研究社，東京（1978）．
- 2) 豊岡 洪：バイオマス資源としての北海道のササ．Bamboo J. 1, 22-24（1983）．
- 3) 豊岡 洪, 佐藤 明, 石塚森吉：北海道ササ分布図概説．36pp, 林業試験場北海道支場（1983）．
- 4) 窪田 実, 青山政和, 吉田兼之, 関 一人：ササ類からキシロオリゴ糖を主成分とする糖液を製造する方法．特許第1990589号（1995）．
- 5) 津田真由美, 斎藤直人, 関 一人, 青山政和：ササの化学組成．林産試験場報9, 17-20（1995）．
- 6) 関 一人：ササからのキシロオリゴ糖の製造法と機能性, その実用化例．林産試だより 11月号, 5-8（2006）．