

ヨシ群落を利用した湖沼の水質改善とヨシ等の有効利用技術 (バイオマスエタノール等) に関する研究 (第2報)

南部浩孝・片谷千恵子・石田敏一・小川綾子

Research on Improvement of Lake Water Quality utilizing *Phragmites australis*
and Technology for Effective Use of *Phragmites australis* (2)

Hiroataka NANBU, Chieko KATAYA, Toshikazu ISHIDA, Ayako OGAWA

湖沼の富栄養化対策として、水生植物による栄養塩類吸収後の系外除去を促進するため、ヨシ・ヒシの有効利用技術の可能性を検討した。ヨシに含まれるセルロースからグルコースへの硫酸加水分解について、130℃、3.0N、8時間の条件でグルコース生成量が最大となることがわかった。また、エタノール発酵を阻害するリグニン除去における過酸化水素前処理について、125℃、5%、1時間の条件で71.5%のリグニンを除去できた。

1. はじめに

湖沼の水質浄化や生物多様性保全の観点から、ヨシ群落の保全・再生の取組みが重要であり、本県でも水生植物を植栽した浮礁の設置や渚護岸の整備に取り組んでいる。

ヨシなど水生植物による水質浄化効果を十分に得るためには、富栄養化の原因物質である窒素・リンを吸収して成長した植物体を系外除去(刈り取り)する必要があるが、刈り取り後の利用として、梅林の肥料に一部利用されているほかは有効な利用方法がない。

このような状況を背景に、本研究は、ヨシや三方湖に大量繁茂したヒシをバイオマス資源としてとらえ、最終段階のエタノール製造技術まで開発することによって、新たな有効利用の可能性を確保し、湖沼の水質浄化を促進させることを目的としている。

著者らは第1報¹⁾において、ヨシ・ヒシの粉末体を硫酸、塩酸で加水分解処理することより一定量のグルコースが生成することを報告した。今回、グルコース高収率化を図るため、ヨシ粉末試料を用いて硫酸加水分解条件についてさらに検討を行うとともに、酵母によるエタノール発酵を阻害するリグニン除去を目的に過酸化水素による前処理法についても検討し、若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料(粉末体ヨシ)

2008年6月に北潟湖の塩尻橋周辺で採取したヨシ(*Phragmites australis*)を乾熱機で60℃、12時間乾燥した。この乾燥体をWonder Blender(大阪ケミカル製)で粉砕し、粉末試料を得た。なお、粉末試料の各種成分量については、「ヨシ・ヒシの成分分析およびヨシを対象としたバイオマス量の算定(本年報に記載)」²⁾に準拠した。

2.2 ヨシの硫酸分解によるグルコース生成最適条件

2.1で得た粉末試料1gに、各種濃度に調製した硫酸(有害金属測定用、和光)50mLを加え、オートクレーブ(BS-325、トミー精工製)を用いて温度、時間を変えて分解を行った。なお、グルコースの定量は、「固相抽出前

処理を用いたLC/MSによるグルコース分析(本年報に記載)」³⁾により行った。

2.3 過酸化水素前処理によるリグニン除去

ヨシ等の植物体に多く含まれるリグニン(図1)は、酸分解や熱分解されるとフルフラール等のエタノール発酵阻害物質を生成する。そこで、リグニンの除去法として過酸化水素による前処理について検討した。

リグニン標準物質(シグマアルドリッチ製)もしくは、2.1で得られた粉末試料1gに、各種濃度に調製した過酸化水素水(試薬特級、和光製)50mLを加え、オートクレーブを用いて温度、時間を変えて前処理を行った。なお、リグニン量の測定は、「JAPAN TAPPI 紙パルプ試験方法 - 2000年度版 -」⁴⁾に従い行った。

また、リグニン除去率は、前処理前後の重量減少率から求めた。なお、前処理後重量は分解試料をガラスフィルター(1μm)でろ過した残渣について、105±3℃で、3時間乾燥し、さらに重量減が0.5mg以下になるまで2時間ごとに乾燥を繰り返して求めた。

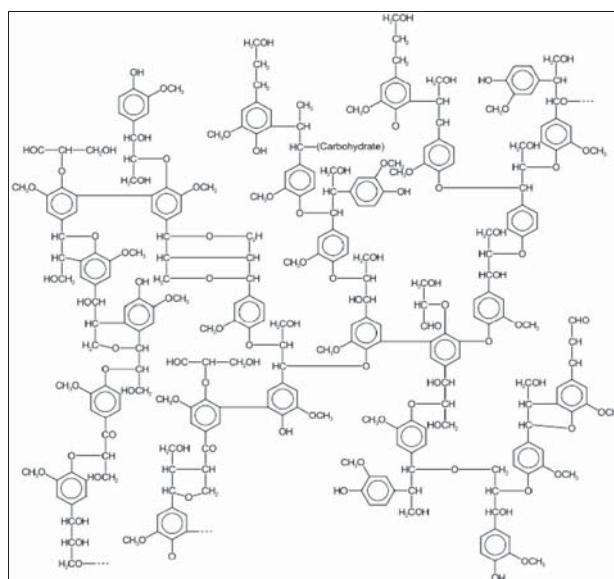


図1 リグニンの構造式

3. 結果と考察

3. 1 ヨシの硫酸分解によるグルコース生成最適条件

硫酸濃度を 0.1~1.0N、分解時間を 1~4 時間、温度を 120~130℃と条件を変えて分解を行った (図2~図4)。

その結果、1.0N、4 時間、130℃の分解条件でグルコース生成量が最も多くなった。

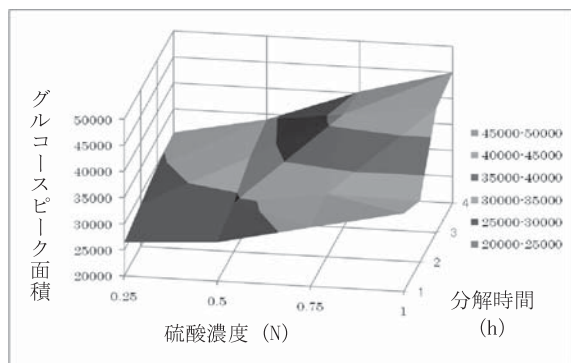


図2 120℃におけるヨシの硫酸分解

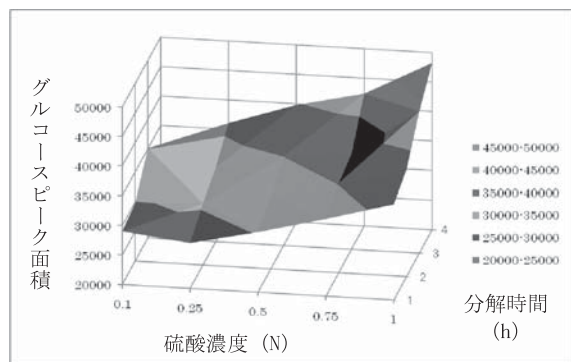


図3 125℃におけるヨシの硫酸分解

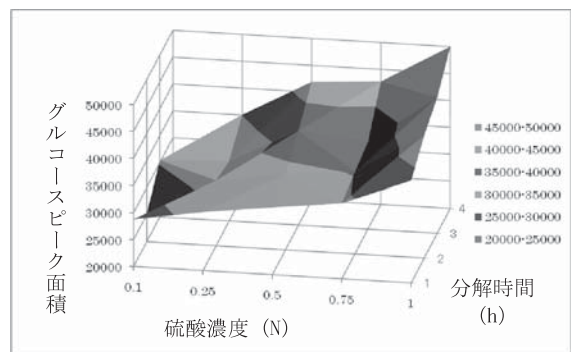


図4 130℃におけるヨシの硫酸分解

そこで、さらに高濃度、長時間の硫酸分解条件について検討を行った (図5)。

その結果、3.0N、8 時間、130℃の分解条件でグルコース生成量は最大となり、粉末試料 1 g 当たり換算すると 181mg であった。また、ヨシ乾燥試料におけるセルロースの重量比は 37.1%であることから、ヨシに含まれるセルロースからのグルコース生成収率は 48.9%となった。

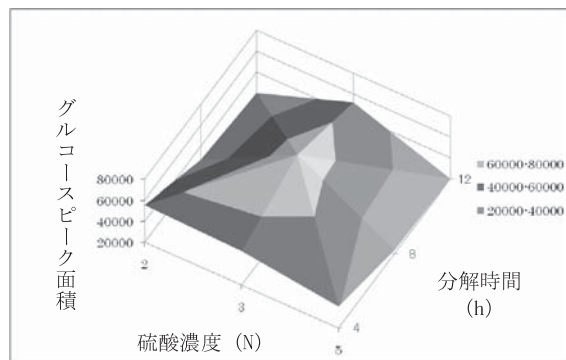


図5 ヨシの硫酸分解における最適条件の検討 (130℃)

3. 2 過酸化水素前処理によるリグニン除去

リグニン標準物質に 30%過酸化水素水を加え 120℃、30 分間加熱分解したところ、図6に示すとおり完全に無色透明な状態となった。

そこで、過酸化水素濃度を 0.25~5.0%、分解時間を 30~60 分、温度を 120℃、125℃と条件を変えて前処理を行い、粉末試料の重量減少率を求めた (図7、図8)。

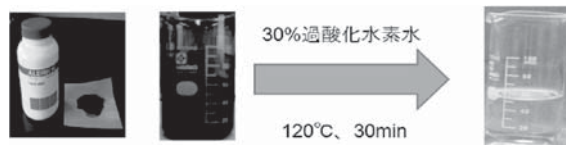


図6 リグニン標準物質の過酸化水素分解

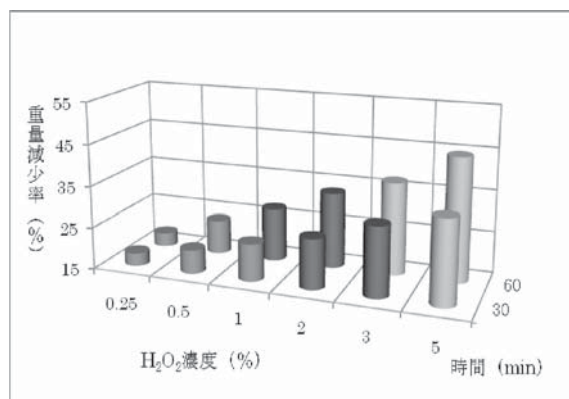


図7 120℃におけるヨシの過酸化水素前処理

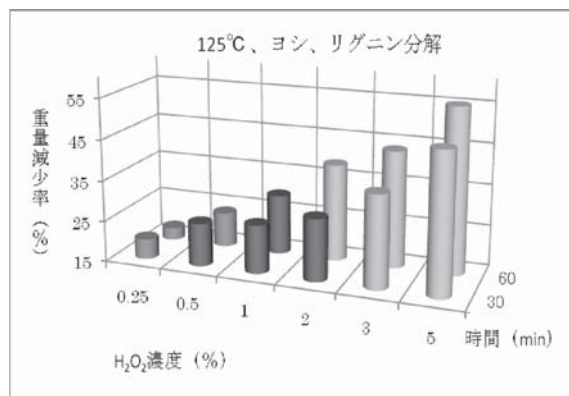


図8 125℃におけるヨシの過酸化水素前処理

その結果、5%、60分、125℃の条件において、粉末試料の重量減少率は55.3%と最大となった。

そこで、当条件下における分解試料中のリグニン量を測定したところ、71.5%のリグニンが除去されていることが確認された。

4. まとめ

ヨシの硫酸加水分解によるグルコース生成の最適条件は、3.0N、8時間、130℃であり、粉末試料1gからグルコースが181mg生成されることになる。また、ヨシに含まれるセルロースからのグルコース生成収率を求めたところ、48.9%となった。

また、エタノール発酵を阻害するリグニンを除去する過酸化水素前処理では、5%、60分、125℃の条件で55.3%の重量減少率を示し、リグニン量の測定の結果、71.5%のリグニン除去が確認できた。

今後は、生成したグルコースのエタノール発酵について検討していく予定である。

謝辞

本研究にあたり、ご指導いただいた国立環境研究所の板山朋徳研究員、若狭湾エネルギー研究センターの高城啓一主任研究員、田中良和主任研究員、遠藤伸之主査研究員、そして研究にご協力いただいた関係者の方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 南部浩孝他：ヨシ群落を利用した湖沼の水質改善とヨシ等の有効利用技術（バイオマスエタノール等）に関する研究（第1報），福井県衛生環境研究センター年報,7, 65~68(2008)
- 2) 片谷千恵子他：ヨシ・ヒシの成分分析およびヨシを対象としたバイオマス量の推定，福井県衛生環境研究センター年報,8,106~107(2009)
- 3) 固相抽出前処理を用いた LC/MS によるグルコース分析，福井県衛生環境研究センター年報,8,81~82(2009)
- 4) 紙パルプ技術協会：JAPAN TAPPI 紙パルプ試験方法 - 2000 年度版 -