

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21750159

研究課題名（和文） 植物性バイオマスの総合的有効利用による有用性ケミカルの生産

研究課題名（英文） Production of useful chemicals by total utilization of plant biomass

研究代表者

佐々木 千鶴 (SASAKI CHIZURU)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・助教

研究者番号：50452652

研究成果の概要(和文): 砂糖黍の絞りかすから効率的にセルロースを得るための前処理として水蒸気爆砕処理を行い、処理物から水とアルコールを用いた抽出分離操作によりセルロースを分離した。得られたセルロースにセルラーゼを供して酵素糖化し、この糖化液をε-ポリリジン発酵生産する放線菌の生育培地に炭素源として添加し、ε-ポリリジンを得ることができた。さらに、この方法をD-乳酸を生産する乳酸菌にも応用し、D-乳酸もまた得ることができた。

研究成果の概要(英文): This study investigated the production of ε-poly-L-lysine (produced by *Streptomyces albulus* 11011A) from unutilized sugarcane bagasse using steam explosion pretreatment. Cellulose from steam-exploded sugarcane bagasse was hydrolysed using cellulase and then the hydrolysate was subjected to fermentation substrate. Furthermore, production of D-lactic acid, which is resource of poly-lactic acid, was also produced by same method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・環境関連化学

キーワード：環境技術、バイオリアクター、バイオマス、糖化、発酵阻害物除去

## 1. 研究開始当初の背景

未利用植物性バイオマスからエタノール以外の有用性ケミカルを生産する研究は、穀物会社のカーギル社と化学最大手であるダウ社による、余剰トウモロコシからのポリ乳酸の生産方法の確立は有名であるが、その他のケミカル生産の工業化には至っておら

ず、我が国においては、さらに研究例も少ない。申請者はこれまで、機能性ポリマーのひとつであるε-ポリリジンの分子構造解析および化学修飾によるその応用に関する研究を行ってきた。ε-ポリリジンは、放線菌の一種である *Streptomyces albulus* の培養二次代謝物として菌体外に放出され、必須アミノ酸の一

つである L-リジンのホモポリマーである。このことから生体に対する安全性が高く、現在では、抗菌物質として主として食品添加物として広く汎用されている。さらに、微生物由来の生分解性ポリマーであることより、今後、化学製品プラスチックの代替原料となることと期待されている。このような有用性ケミカルスを、未利用資源である木質系バイオマス由来の炭素源(セルロース)から産生する方法を確立する必要がある、さらに他の有用性カミカルス(生分解性プラスチックの一つであるポリ乳酸の原料、乳酸)の生産に応用する。

## 2. 研究の目的

- 1) 未利用のセルロース系バイオマスからセルロースを効率良く分離し、取り出すための水熱反応による前処理条件の最適化
- 2) 1)で得られたセルロースの酵素による単糖化法(グルコース化)の検討
- 3) セルロース系バイオマス由来グルコースを炭素源とした機能性ポリマー( $\epsilon$ -ポリリジン)の発酵生産方法の確立
- 4) セルロース系バイオマス由来グルコースを炭素源とした生分解性プラスチック(ポリ乳酸)の原料の発酵生産方法の確立

## 3. 研究の方法

### 3-1. 試料

サトウキビの絞り滓であるバガスを裁断したもの(1 mm 幅×5 cm 長, 球陽製糖(株), 沖縄より供与)を供試した。

### 3-2. バガスの前処理

バガスの前処理には水蒸気爆砕処理(日本化学機械製造(株))を用いた。水蒸気爆砕処理では、バガス 150 g を反応器に入れ、内部の空気を水蒸気に置換した後、所定圧力の飽和水蒸気を反応器内に導入し、所定時間蒸煮後、瞬時に大気圧まで減圧し、水蒸気爆砕処理バガスを得た。処理に用いた水蒸気圧力は 10, 15, 20, 25, 30 および 35 atm とし、蒸煮時間は 5 分とした。

### 3-3. 成分分析

水蒸気爆砕処理したバガスは水とアルコールによる抽出操作を用いて成分分析を行った(図 1)。バガスの粉末、水蒸気爆砕処理後のバガスをそれぞれ乾燥重量で 2.0 g とり、100 ml の蒸留水で室温下にて 24 時間抽出した。その後、ろ過により残渣とろ液に分離し、ろ液は水可溶性成分とし、硫酸により加水分解し、フェノール硫酸法を用いて全糖

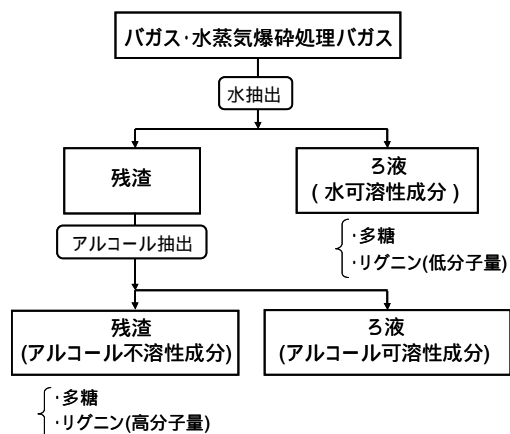


図 1. 水蒸気爆砕処理したバガスの成分分析方法

を定量した。得られたグルコース量をセルロース量に換算し、全体からこれを差し引いたものをヘミセルロース量とした。また、低分子量リグニンは水可溶性成分から全糖を差し引き求めた。一方、残渣はさらにアルコールで抽出し、残渣はアルコール不溶性成分とし、硫酸加水分解により生成したグルコース量をセルロース量として換算した。硫酸加水分解処理により残渣として残ったものを高分子量リグニンとした。また、ろ液はアルコール可溶性成分とした。

### 3-4. 酵素による糖化およびその評価

試料(乾燥重量 0.3 g)を秤量し、0.05 M 酢酸緩衝液(pH 5.0, 10 ml)を加え、メイセラゼ(明治製菓(株))を基質量の 1/10 になるように添加し、50、140 rpm にて振盪し酵素糖化した。所定の時間(48 時間)反応終了後、ろ過により糖化残渣とろ液とに分別した。ろ液は、90 の熱水に 10 分間保持し、酵素を失活させた後、グルコース量の定量に供試した。グルコース量はグルコースオキシターゼを用いる酵素法を用いて定量した。

### 3-5. D-乳酸の発酵生産およびその分析

乳酸発酵菌には、D 体を選択的に生産することのできるホモ乳酸発酵菌である *Lactobacillus delbrueckii* NBRC 3534 を用いた。前培養培地には、炭素源 5 g/L、ポリペプトン 5 g/L、酵母エキス 5 g/L および硫酸マグネシウム七水和物 1 g/L を混合して用いた。本培養用の培地は、グルコースを除いたその他の栄養源およびバガス由来の炭素源を混合して用いた。バガス由来の炭素源は、水蒸気爆砕処理したバガス、水蒸気爆砕後上記 3-3 にて示した水抽出残渣およびアルコール不溶性成分の計 3 種類をそれぞれ酵素糖化

により加水分解し、グルコースとした後用いた。任意の時間間隔でおよそ 1 ml の培養液を採取し、グルコース濃度および D-乳酸濃度を測定した。グルコースはグルコースオキシターゼ法、D-乳酸濃度は高速液体クロマトグラフィーを用いて分析した。分析温度は 65 °C、溶離液および溶出速度はそれぞれ 5.0 mM の硫酸水溶液、0.6 ml/min とし、カラムは Aminex HPX-87H (Bio-Rad)を用いた。

### 3-6. バガス由来炭素源を用いた ε-ポリリジンの発酵生産およびその分析

ε-ポリリジン発酵生産菌には、放線菌である *Streptomyces albulus* 11011A (チッソ(株)より供与)を用いた。前培養培地には、グルコース 50 g/L、硫酸アンモニウム 10 g/L、酵母エキス 5.0 g/L、リン酸水素二ナトリウム 1.4 g/L、リン酸二水素ナトリウム 0.8 g/L、さらに硫酸マグネシウム七水和物、硫酸亜鉛七水和物、硫酸鉄七水和物をそれぞれ 0.5 g/L、0.04 g/L、0.03 g/L を混合して用い、500 ml の坂口フラスコに上記を混合した培地を 100 ml 調製 (pH 6.3)し、*Streptomyces albulus* 11011A を一白金耳植菌し、30 °C にて 24 時間培養したものを前培養液とした。バガス由来の炭素源は、水蒸気爆砕処理したバガスを酵素糖化により加水分解したのち、陰イオン交換樹脂および陽イオン交換樹脂により精製したのち、凍結乾燥により濃縮したものをグルコース濃度 50 g/L となるようにその他の培地成分(上記からグルコースを除いたもの)と混合して用いた。調製した培地を 1L の培養槽 (Bioneer series 100-1L, 丸菱バイオエンジニア(株)) に 500 ml 入れ、前培養液を添加し、連続的に通気(1.0 vvm)および攪拌(500 ~ 700 rpm)を行い培養した。さらに培養中は培地 pH の低下を防ぐために 10%アンモニア水を適宜添加し、炭素源と窒素源の枯渇を防ぐためにグルコースを 50%と硫酸アンモニウムを 5%溶解したフィード液を適宜添加した。任意の時間間隔でおよそ 1 ml の培養液を採取し、グルコース濃度およびε-ポリリジン濃度を測定した。グルコースはグルコースオキシターゼ法、ε-ポリリジンはメチルオレンジ法を用いて定量した。

## 4 . 研究成果

### 4-1. バガスの有効前処理法の検討

バガスを水蒸気圧力 10 atm(180 °C)、15 atm(198 °C)、20 atm(212 °C)、25 atm(224 °C)、30 atm(234 °C)、35 atm(243 °C)のそれぞれの

高温高圧下で 5 分間蒸煮した後、一気に常圧に戻し、水蒸気爆砕処理を行った。その後、得られた処理物の酵素糖化を行った (図 2, (a))。反応後 48 時間において、最大のグルコース収量を示したものは、水蒸気圧力 20 atm で処理したものであり、バガスの水蒸気爆砕処理物 (乾燥重量) 1 g あたり、364 mg のグルコースが得られた。これは多糖あたり 76% の収率に相当した。さらに、それぞれの水蒸気爆砕処理バガスを水抽出し、残渣を用いて酵素糖化を行ったところ、グルコースの収量は増大し、水蒸気圧力 20 atm では 469 mg / 1 g-爆砕処理バガス(乾燥重量) を示した (図 2, (b))。多糖あたりのグルコース収率は 97% となった。また、それぞれの水蒸気圧力で処理したのものについても得られるグルコース量は増大した。これは、水蒸気爆砕処理した試料を水で洗浄することにより、酵素の働きを阻害する物質が除去され、酵素が基質(セルロース)と反応しやすくなったためと考えられる。次にそれぞれの水蒸気圧力にて処理したバガス中の成分を比較 (表 1) したところ、水蒸気圧力 20 atm で処理したバガスの水アルコール不溶成分、すなわちパルプ部分の高分子量リグニンの水蒸気爆砕処理物全体に対する含有率は 19.5%であり、処理していないバガス(高分子量リグニンは全体の 24%)と比較すると、バガス中の 19%の高分子量リグニンが低分子化され水あるいはアルコールに可溶になったことがわかった。また、パルプ部分の多糖は全体の 48%であり、これによりバガス中の 66%の多糖が残存していることが確認できた。一方、水蒸気爆砕処理圧力を 20 atm から増大させると、パルプ部分の多糖が減少するだけでなく、高分子量リグニンの割合が増大した。これは、高温高圧の条件下による高分子量リグニンのホロセルロースや低分子量リグニンとの重合あるいは自己の再重合に起因しているものと考えられる。これらの結果から、バガスへの最適水

表 1 水蒸気爆砕処理したバガスの成分分析

	Grinded bagasse	10 atm (180 °C)	15 atm (198 °C)	20 atm (212 °C)	25 atm (224 °C)	30 atm (234 °C)	35 atm (243 °C)
<b>Water soluble material</b>	<b>1.9</b>	<b>9.6</b>	<b>18.6</b>	<b>19.6</b>	<b>11.2</b>	<b>9.7</b>	<b>10.1</b>
Polysaccharide	0.8	7.7	17.5	17.5	6.0	4.6	3.9
Cellulose	0.1	1.3	0.8	1.3	1.3	1.9	1.6
Hemicellulose	0.7	6.4	16.7	16.2	4.7	2.7	2.3
Lignin (Low-molecular lignin)	1.1	1.9	1.1	2.1	5.2	5.1	6.2
<b>Alcohol soluble material</b>	<b>1.6</b>	<b>3.3</b>	<b>7.8</b>	<b>13.4</b>	<b>22.7</b>	<b>23.8</b>	<b>22.7</b>
<b>Water-alcohol insoluble material (Pulp)</b>	<b>97.1</b>	<b>86.2</b>	<b>73.7</b>	<b>67.5</b>	<b>65.9</b>	<b>67.0</b>	<b>67.2</b>
Polysaccharide	73.0	62.1	52.0	48.0	44.5	41.7	37.1
Cellulose	35.2	34.0	38.0	42.2	41.9	40.6	36.1
Hemicellulose	37.7	28.1	14.0	5.8	2.6	1.1	1.0
Lignin (High-molecular lignin)	24.1	24.1	21.7	19.5	21.4	24.9	30.1
計	<b>100.6</b>	<b>99.1</b>	<b>100.1</b>	<b>100.5</b>	<b>99.8</b>	<b>100.5</b>	<b>100.0</b>

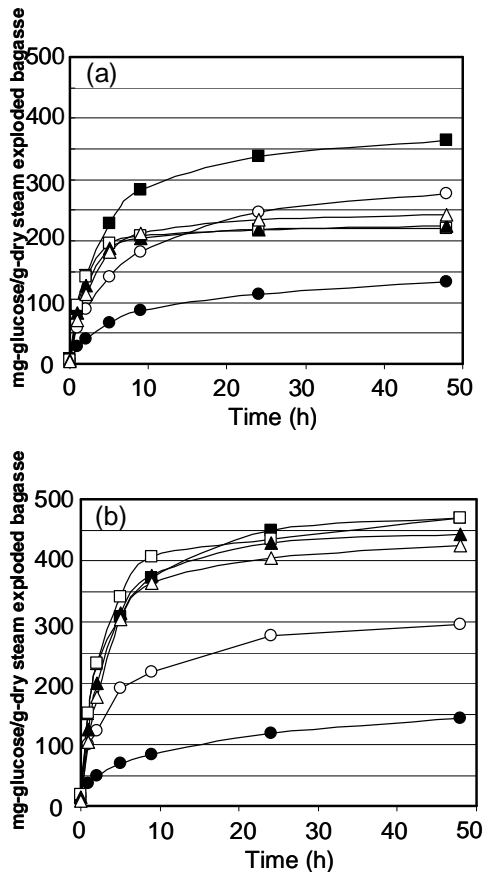


図 2. 水蒸気爆砕処理したバガスの酵素糖化 (a)および水蒸気爆砕処理後水洗浄した残渣の酵素糖化 ( )水蒸気圧力 10 atm, ( ) 15 atm, ( ) 20 atm, ( ) 25 atm, ( ) 30 atm, ( ) 35 atm 蒸煮時間はすべて 5 分

蒸気爆砕処理圧力は 20 atm とした。

#### 4-2. バガス由来グルコースからの D-乳酸の発酵生産試験

バガス由来グルコースを培地中の炭素源として用いることによる D-乳酸の発酵生産を検討した。培地に用いる炭素源を、水蒸気爆砕したバガス、水蒸気爆砕後水で洗浄した残渣、水蒸気爆砕後水およびアルコールで洗浄した残渣(アルコール不溶性成分)の 3 種類をそれぞれ酵素により糖化しグルコースとし、所定の濃度に調整し使用した。また、比較として市販グルコースを用いた基礎培地による D-乳酸の発酵生産を行った。図 3 に *Lactobacillus delbrueckii* NBRC 3534 を用いた D-乳酸の発酵生産におけるグルコースの消費 (a)および D-乳酸の生産(b)挙動を示す。市販グルコースを用いた場合の基礎培地と水蒸気爆砕処理バガスを水で洗浄した残渣、水とアルコールで洗浄した残渣の場合、24 時間の培養時間においてグルコースはい

ずれもほぼ完全に消費され、D-乳酸の生産量はそれぞれ、4.9、4.1、4.3 g/L 得られた。しかし、水蒸気爆砕処理後洗浄操作をしなかったバガス残渣の糖化液を用いた場合では、グルコースの消費はほとんどなく、D-乳酸の生産も 0.5 g/L しか見られなかった。これは、培地中にバガスの水蒸気爆砕処理によって産生された低分子量リグニンやヘミセルロース由来の分解物を含むため、これらにより発酵が阻害されたと考えられる。よって、水やアルコールによる水蒸気爆砕処理物の洗浄は、先の 3-3 に示した成分の分離のための単なる手段ではなく、バガスに含まれるリグニンやヘミセルロース由来の発酵阻害物質を取り除くための簡便な操作となりうるということが明らかとなった。

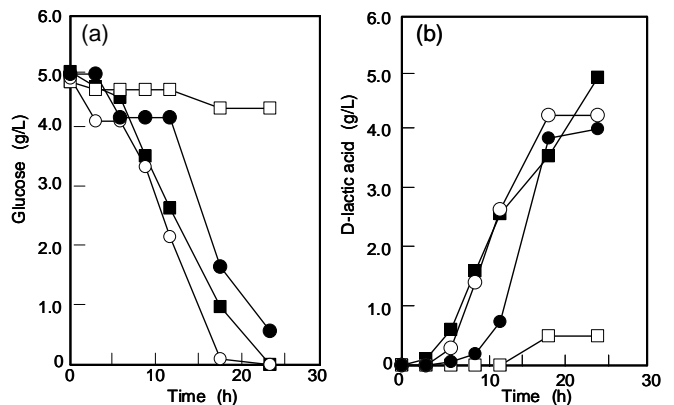


図 3 消費グルコース濃度(a)と生産 D-乳酸濃度(b)における経時変化 ( )市販グルコース, ( )水蒸気爆砕処理したバガスを酵素糖化して得られたグルコース液, ( )水蒸気爆砕処理バガスを水抽出した後に酵素糖化して得られたグルコース液, ( )水蒸気爆砕処理バガスを水-アルコール抽出した後に酵素糖化して得られたグルコース液

#### 4-3. バガス由来グルコースからのε-ポリリジンの発酵試験

バガス由来グルコースを培地中の炭素源として用いることによるε-ポリリジンの発酵生産について検討した。図 4 に *Streptomyces albulus* 11011A を用いてε-ポリリジンを発酵生産した結果を示す。放線菌の増殖とともに培地中の pH が 6.3 から下がり始め、同時にε-ポリリジンの生産が開始された。また、グルコースの減少にともない、およそ 20 時間おきにグルコースを添加した。ε-ポリリジンの生産は培養時間 160 時間で最大値 12.7 g/L を示し、グルコースの総添加量 286 g に対して収率 4.4 % が得られた。化学合成培地を用いたε-ポリリジンの発酵生産結

果によると収率は 8.0%であるので、今後は培養条件をさらに詳細にコントロールし、収率の増大を図る。

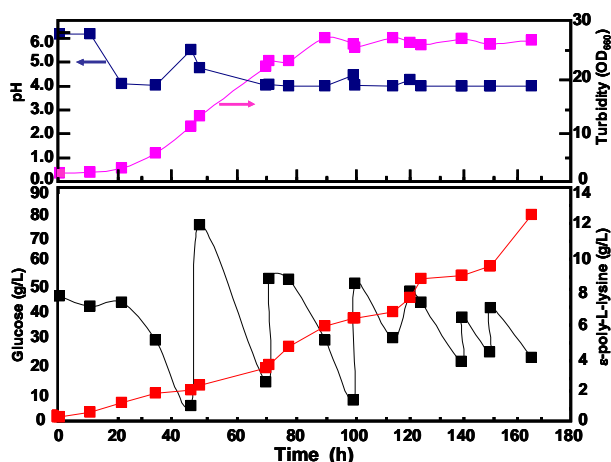


図 4 水蒸気爆砕処理したバガス由来の糖液を用いたε-ポリリジンの発酵生産試験

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 11 件)

Chizuru Sasaki, Keisuke Sumimoto, Chikako Asada, Yoshitoshi Nakamura, Direct hydrolysis of cellulose to glucose using ultra-high temperature and pressure steam explosion, Carbohydrate Polymers short communication, 査読有, 89(1), 2012, 298-301, <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.02.040>

Chikako Asada, Chizuru Sasaki, Yoshihiro Uto, Jun Sakafuji, Yoshitoshi Nakamura, Effect of steam explosion pretreatment with ultra-high temperature and pressure on effective utilization of softwood biomass, Biochemical Engineering Journal, 査読有, 60, 2012, 25-29, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2011.09.013>

Shiro Maeda, Yasuhiro. Fujiwara, Chizuru Sasaki, Ko-Ki Kunimoto, Structural analysis of microbial poly(ε-L-lysine)/poly(acrylic acid) complex by FT-IR, DSC and Solid-State <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N NMR, Polymer Journal, 査読有, 44, 2012, 200-203, DOI:10.1038/pj.2011.108

Chikako Asada, Ai Asakawa, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Characterization of the steam-exploded spent Shiitake mushroom medium and its efficient conversion to ethanol, Bioresource Technology, 査読有, 102(21), 2011, 10052-10056, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.08.020>

Chikako Asada, Azusa Kita, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Ethanol production

from disposable aspen chopsticks using delignification pretreatments, Carbohydrate Polymers, 査読有, 85, 2011, 196-200, <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.02.020>

岡部義昭、香川博之、中村嘉利、佐々木千鶴, バイオマス由来エポキシ樹脂組成物の成形材料への適用, ネットワークポリマー, 査読有, 32(3), 2011, 130-134

Chizuru Sasaki, Rie Takada, Takahito Watanabe, Yoichi Honda, Shuichi Karita, Yoshitoshi Nakamura and Takashi Watanabe, Surface carbohydrate analysis and bioethanol production of sugarcane bagasse pretreated with the white rot fungus, *Ceriporiopsis subvermispora* and microwave hydrothermolysis, Bioresource Technology, 査読有, 102(21), 2011, 9942-9946,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.07.027>

Chikako Asada, Yui Kondo, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Bioconversion of Soy Sauce Residue Treated with Steam Explosion into Ethanol by Meicelase and *Mucor indicus*, Journal of Food Technology, 査読有, 8(4), 2010, 187-190, DOI: 10.3923/jftech.2010.187.190

Yuya Yamashita, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Development of efficient system for ethanol production from paper sludge pretreatment by ballmilling and phosphoric acid, Carbohydrate polymers, 査読有, 79, 2010, 250-254,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.07.054>

Yuya Yamashita, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Effective enzyme saccharification and ethanol production from Japanese cedar using various pretreatment method, Journal of Bioscience and Bioengineering, 査読有, 110(1), 2010, 79-86, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2009.12.029>

Yuya Yamashita, Megumi Shono, Chizuru Sasaki and Yoshitoshi Nakamura, Alkaline peroxide pretreatment for efficient enzymatic saccharification of bamboo, Carbohydrate Polymers, 査読有, 79, 2010, 914-920, <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.10.017>

[学会発表](計 19 件)

Chizuru Sasaki, Production of useful chemicals from sugarcane bagasse using steam explosion, Asia-Pacific Interdisciplinary Research Conference (AP-IRC2011), 2011.11.17, 豊橋科学技術大学(豊橋市)

佐々木千鶴, 農業系廃棄物からの D-乳酸の生産, 2011 年日本化学会西日本大会,

2011.11.13, 徳島大学(徳島市)

岡部義昭, 杉リグニンの水蒸気爆砕条件依存性, 第 61 回ネットワークポリマー講演討論会, 2011.10.12, 関西大学(大阪市)

岡部義昭, 水蒸気爆砕条件による杉リグニンの性状変化, 第 60 回高分子討論会, 2011.9.28, 岡山大学(岡山市)

香川博之, リグニン性状の水蒸気爆砕条件依存性, 第 56 回リグニン討論会, 2011.9.28, 山形大学(鶴岡市)

橋本早紀, 茶系飲料残渣からのエタノール生産に関する研究, 第 63 回日本生物工学会大会, 2011.9.27, 東京農工大学(東京都)

和中未魚, 竹リグニンを原料として用いたエポキシ樹脂の合成, 平成 23 年度繊維学会秋季研究発表会, 2011.9.3, 徳島文理大学(高松市)

Ryosuke Okumura, Examination of incubation conditions for production of *Herichium erinaceum* mycelia, 6<sup>th</sup> International Conference on Advanced Materials Development and Performance, 2011.7.15, 徳島大学(徳島市)

Ai Asakawa, Evaluation of waste mushroom medium as a fermentable substrate and bioethanol production, 6<sup>th</sup> International Conference on Advanced Materials Development and Performance, 2011.7.15, 徳島大学(徳島市)

Chikako Asada, Efficient Conversion of Waste Wooden Chopsticks into Biofuel, 26<sup>th</sup> International Conference of Solid and Waste Technology and Management, 2011.3.27, Radisson Warwick Hotel (Philadelphia, USA)

Chikako Asada, Pretreatment and Effective Utilization of Softwood Waste Material Using Steam Explosion with super High Temperature, 26<sup>th</sup> International Conference of Solid and Waste Technology and Management, 2011.3.27, Radisson Warwick Hotel (Philadelphia, USA)

奥村亮祐, 植物性バイオマスの総合的有効利用を目的としたサトウキビバガスからの D-乳酸発酵, 第 61 回日本木材学会大会, 2011.3.18, 京都大学(京都市)

Chizuru Sasaki, Optimization of xylose extraction from sugarcane bagasse for efficient xylitol production, The Pacific Rim Summit on Industrial Biotechnology and Bioenergy, 2010.12.11, Hilton Hawaiian Village (Honolulu, USA)

和中未魚, 竹爆砕物由来のメタノール可溶性リグニンをを用いたエポキシ樹脂合成, 第 62 回日本生物工学会, 2010.10.27, 宮崎シーガイア(宮崎市)

近藤唯, 杉水蒸気爆砕物からの効率的エタ

ノール生産, 第 62 回日本生物工学会, 2010.10.27, 宮崎シーガイア(宮崎市)

喜多あずさ, 割り箸の総合的有効利用を目指した効率的有用物質生産, 第 62 回日本生物工学会, 2010.10.27, 宮崎シーガイア(宮崎市)

グリジャハンウブリカスム, Production of D-lactic acid from agricultural wastes, 第 62 回日本生物工学会, 2010.10.27, 宮崎シーガイア(宮崎市)

浅田元子, スギ C 材チップの前処理と有用製品化プロセスの開発, 第 3 回化学工学 3 支部合同徳島大会, 2010.10.23, 徳島大学(徳島市)

Chizuru Sasaki, Xylitol production from dilute-acid hydrolysis of bean group shells, International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology BioMicroWorld2009, 2009.12.2, Formatex Research Center (Lisbon, Portugal)

〔図書〕(計 1 件)

中村嘉利, 佐々木千鶴, (株)エヌ・ティー・エス, セルロース系バイオエタノール製造技術集成 ~ 食糧クライシス回避のために ~, 第 1 編 - 第 7 章 リグノセルロースの総合的利用法と各段階における技術課題, 2010, 11

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称: 水溶性糖類の製造方法

発明者: 中村嘉利, 佐々木千鶴, 浅田元子, 炭本慶介

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特願 2011-151465

出願年月日: 2011 年 7 月 8 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 千鶴 (SASAKI CHIZURU)

徳島大学・大学院ソシオテクサノエイス研究部・助教

研究者番号: 50452652

(2) 研究分担者

( )

研究者番号

(3) 連携研究者

中村 嘉利 (NAKAMURA YOSHITOSHI)

徳島大学・大学院ソシオテクサノエイス研究部・教授

研究者番号: 20172455