

## 食品廃棄物を利用したバイオエタノール製造

食品環境科 環境スタッフ 鈴木光彰 酒井 奨  
 静岡油化工業株式会社 池ヶ谷明 長島磯五郎  
 静岡県立大学 小林祐子 関川貴寛 岩堀恵祐

### Production of Bioethanol from Food Wastes

Mitsuaki Suzuki, Susumu Sakai, Akira Ikegaya, Isogoro Nagashima,  
 Yuko Kobayashi, Takahiro Sekikawa and Keisuke Iwahori

#### 1. はじめに

地球温暖化防止のためバイオマスを原料とするバイオエタノール生産技術が注目されている。日本は2005年4月に定めた「京都議定書目標達成計画」で、2010年までに原油50万キロリットル相当分を植物由来のバイオ燃料でまかなうことにしている<sup>1)</sup>。バイオ燃料であるバイオエタノールの原料は、糖質原料(テンサイやサトウキビ搾汁等)とデンプン質原料(コーン、サツマイモ等)などが主に利用されている。これらは食糧との競合が問題になっており、バイオエタノール製造量の増大が、コーンスターチや大豆の世界的な高騰の一因と考えられている。そこで、食糧と競合しない食品廃棄物からのバイオエタノール製造の研究開発を行うことが重要である。静岡油化工業株式会社では、オカラ及び廃ポテトを回収するシステムがすでに出来上がっており、特にオカラについては、これを乾燥して肥料や飼料として転売するビジネスを成立させている。今後の展開として、オカラ及び廃ポテトなどの食品廃棄物を利用したバイオエタノールの製造を考えている。昨年度は、オカラをアルコール発酵するために酵素法を利用した糖化プロセスの構築を目指して研究を行った<sup>2)</sup>。今年度は、バイオマスとしてオカラと廃ポテトの混合原料を使用したエタノール発酵の効率向上を目指した実験を行った。

#### 2. 実験方法

##### 1) グルコースからのバイオエタノール生産に関するオカラの添加効果

乾燥オカラはタンパク質が4分の1を占め、エタ

ノール発酵において有効な窒素源となる。それを確かめるべく、グルコースにオカラを添加し、エタノール発酵試験を行い、エタノール生産に与えるオカラの添加効果について検討を行った。

滅菌水50ml中にグルコース(20%(w/v))、乾燥オカラ(0, 1, 3, 6, 12%(w/v))を加え、そこに酵母液を5%(w/v)接種した。酵母液は市販のパン酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)を5%YPD培地(表1)で30°C、130rpm、15時間前培養したものを使用した。

エタノール発酵サンプルから1mlずつ採取し、フィルター(Sartorius Stedim Biotech社、ミニザルトRC15、0.45 $\mu$ m)で濾過し、10倍希釈し、HPLCを用いてエタノール、グルコースの定量をした。HPLC分析にはSC1211カラム(昭和電工㈱、6mm $\times$ 250mm)を用いた(図1と図2)。

##### 2) オカラと廃ポテトの混合原料からのバイオエタノール生産

イオン交換水1L中に廃ポテト(20%(w/v))を加え、塩化カルシウム二水和物80mgを添加し、pH6に調整した後、 $\alpha$ -アミラーゼ(Novozyme社、ターマミル120L、*Bacillus licheniformis*由来の耐熱性酵素)を2ml加えて、85°C、2時間液化を行った。塩化カルシウムは $\alpha$ -アミラーゼの安定性を保つために添加した。液化したサンプルをジャーファーマンター(東京理科器機㈱、MBF-300ME)に入れ、乾燥オカラ(0, 3, 6%(w/v))を添加した。温度を55°Cに設定した後、グルコアミラーゼ(ナガセケムテックス㈱、グルコチーム、*Rhizopus niveus*由

## 【ノート】

来)を2g加えて、400rpm、2時間糖化を行った。その後、温度を30℃まで下げ、酵母液を1%(w/v)接種し、嫌気条件下で30℃、50rpmにてエタノール発酵を行った。

ジャーファーマンターからサンプルを適時採取し、12,000rpmで2分間遠心分離した上澄み液を希釈し、フィルター濾過したものをHPLCにてエタノールの定量を行った(図3)。

表1 5%YPD培地組成

グルコース	50g/L
ポリペプトン	20g/L
酵母エキス	10g/L

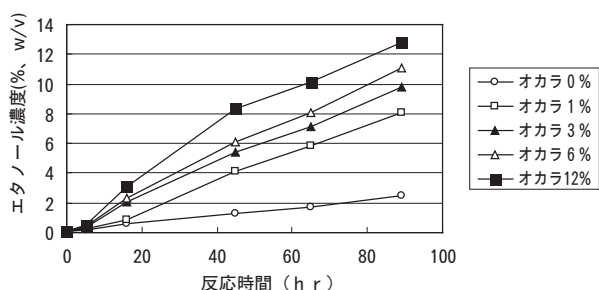


図1 オカラ添加によるエタノール発酵の影響

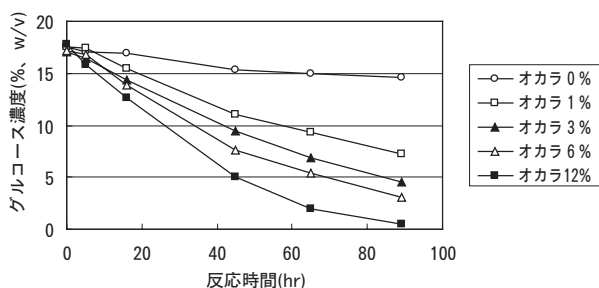


図2 エタノール発酵によるグルコースの減少

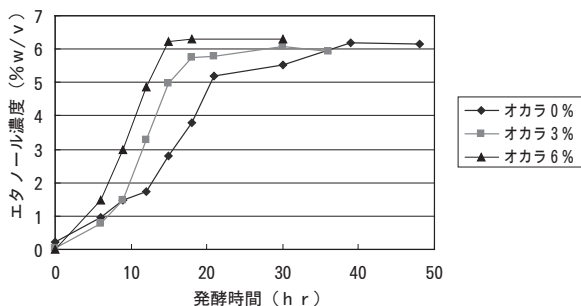


図3 オカラ添加によるエタノール発酵の影響

## 3. 結果と考察

図1より、オカラを添加していない場合は、発酵開始から90時間経過しても生産されたエタノールは

4%(w/v)以下であった。しかし、オカラの添加量を増やしていくとエタノール発酵量は徐々に増えて行き、オカラを12%(w/v)添加した場合、発酵開始から90時間で、約13%(w/v)までエタノールが生産された。以上の結果から、グルコース溶液にオカラを添加することで、エタノール生産速度と生産量が増加することがわかった。

図2より、オカラを添加していないグルコース溶液は、発酵によるグルコース減少が少ないが、たとえば、1%(w/v)でもオカラを添加することにより、発酵によるグルコース減少が急激に生じることがわかる。12%(w/v)のオカラ添加の場合、90時間でグルコースがほぼ無くなり、エタノール発酵が終了している。

これらの結果から、酵母がエタノール発酵を行うためには、基質となるグルコースの他の栄養源を必要とするため、オカラを添加しない場合、栄養源の不足のためエタノール発酵が進行していかない。タンパク質が豊富なオカラを添加することで、オカラを窒素源として酵母の働きが活発になり、エタノール生産速度は向上し、生産量も増加したと考えられる。

図3より、オカラを添加せずに廃ポテトのみを原料としたとき、エタノール濃度が6%(w/v)になる時の発酵時間は40時間であった。これに対してオカラを添加した場合の発酵時間はオカラ3%(w/v)のときは30時間、オカラ6%(w/v)のときは18時間に短縮された。この結果、廃ポテト単独より、廃ポテトとオカラの混合原料を使用したほうが、エタノール生産原料として、適していることがわかった。

## 参考文献

- 1) 図解 バイオエタノール製造技術 (株)アルコール協会 工業調査会 (2007)
- 2) 鈴木光彰：静岡県工業技術研究所研究報告第1号, pp.37-38 (2008)