

群馬大学大学院理工学府

# 分子科学部門 構造生物学研究室

URL: <http://hatano.chem-bio.st.gunma-u.ac.jp/~hatano/>

### ■研究テーマ

- 廃糖蜜のメラノイジンの植物修復技術への利活用
- イチヨウ種子の脂肪運搬蛋白質の立体構造解析

### ■キーワード

地域環境 循環型社会システム 汚染除去・修復技術 食品科学・技術

### ■産業界の相談に対応できる技術分野

試料中の微量元素分析 植物修復 汚水の脱色処理 蛋白質の精製・構造解析

### ■主な設備

誘導結合プラズマ発光分光分析 核磁気共鳴 X線結晶回析



秦野賢一 助教

連絡先  
大学院理工学府 分子科学部門 秦野賢一 TEL&FAX: 0277-30-1437 e-mail: hatano@gunma-u.ac.jp

## 研究概要

### 重金属汚染土壌における植物修復の食品廃棄物を利用した促進剤の開発

筆者は、精糖工程で発生する廃糖蜜からバイオエタノール原料の脱色廃糖蜜と副産物のメラノイジン類似生成物 (melanoidin-like products; MLP) の分離・回収システム (図1の右下) を開発しました。MLPを除去した脱色廃糖蜜は発酵原料として優れた特性を示す一方で、MLPは廃糖蜜から高収率で回収できる事がわかりました。現在、MLPの詳しい特性解析を行い、様々な産業分野での有益な活用法を検討しています。本稿では、その中の一つ「植物修復の促進剤としてのMLPの利活用」に焦点を絞り、その背景と最近の研究結果を紹介いたします。

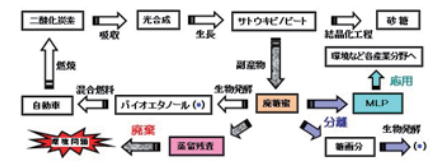


図1. 筆者提案の廃糖蜜の活用法 (右下の分離へ) と従来のもの (左下の蒸留残渣へ)

廃糖蜜は世界で年間約5100万トンも精糖工場の副産物として発生し、色度が非常に高い粘性の液体です。廃糖蜜は糖分を多く含んでいるため、最近では化石燃料に代わるカーボンニュートラル (図1の左上のサイクル) であるバイオエタノールの原料として利用されています。しかし、発酵後の蒸留残渣には廃糖蜜に由来する難分解性で高い色度のMLPが残存するためにロンドン条約のため廃棄することができず、インドやタイなど東南アジア諸国で深刻な環境問題を引き起こしています (図1の左下)。

植物修復とは、植物が根から水分やミネラルを吸収する能力を利用して土壌や地下水中の汚染物質を吸収させる技術です。従来の掘削除去や化学物質による抽出作業など物理化学的方法に比べて、低コストで低濃度・広範囲の処理が可能で環境調和型の技術です。一方で、植物修復には植物の生長に時間がかかる問題や植物の生育環境によって汚染物質の吸収率が異なるという問題もあります。これらの問題に対して、エチレンジアミン四酢酸や有機酸などの金属結合活性剤を添加して土壌中の重金属などの汚染物質の移動性を高めることで植物体内への吸収率を高める研究が行われています。

## 特徴と強み

### 世界17大汚染産業の一つといわれている廃糖蜜を用いるアルコール発酵工場

廃糖蜜発酵工場が排出する蒸留残渣の色度問題は、未解決だけではなく実際のところ深刻な社会問題となっています。筆者が考案した廃糖蜜処理法の特徴は、使用する溶剤が酸性水とアルカリ水のみであり、使用する吸着樹脂は扱いやすく再生が容易です。そして強みは、この脱色操作を従来のように廃糖蜜の発酵後ではなく、その直前に組み込む事にあります (図2)。本処理によって廃糖蜜の色度を87%減少させることができるので、蒸留残渣を簡単な嫌気的処理後に廃棄することが可能となります。この処理方法で廃糖蜜1リットルから約60グラムもMLPを回収する事ができるため、植物修復に必要な大量のMLPを確保することができます。勿論、脱色廃糖蜜の発酵能力は高く、その蒸留残渣の廃棄特性が優れていることも実証しました。

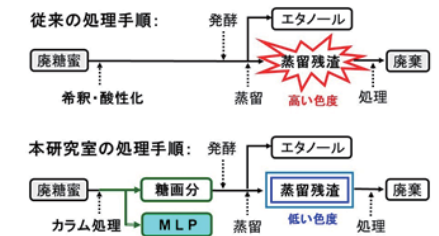


図2. 廃糖蜜からのエタノール生産プロセス

回収したMLPは高い陽イオン交換能を示し、幾つかの重金属に対する結合活性を保持している事を明らかにしました。誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (図3) を使った植物修復実験では、硫酸銅存在下でのダイコン栽培においてMLPの添加によって「植物体内に多くの銅を取り込ませるが、その錯体の毒性は低い」といった優れた特性が示されることがわかりました。現在、アブラナやカラシナを使った硝酸鉛や硫酸カドミウム存在下でのMLPによる修復促進効果を検証していま

す。収穫されたカラシナやアブラナの種子の油はバイオディーゼルの原料に、苗条は火力発電所の燃料に、重金属を含む焼却灰は回収するので無駄がないと考えられます。検証実験する汚染地域の候補としては、国内の工場跡地なども有力ですが、中国の重金属汚染耕地を考えています。その面積は約2000万ヘクタールにおよび、総耕地面積の約20%を占めています。中国農業大学の朱毅副教授によると、毎年1200万トンもの食糧が重金属汚染されていて、被害金額は200億円 (約3270億円) に達するといわれています。

## 今後の展開

### 暗色物質の実用化への検証と生理活性蛋白質の立体構造解析と医薬への応用

MLPは非常に水に溶けやすいため、土壌に散布しても滞留時間が短く、植物修復の促進効果が持続されない可能性が高いと思われます。改善策として、MLPを封入した徐放性シリカゲルを作成して、その効果の持続性を高める研究をおこなう予定です。一方で、MLPは抗酸化活性やチロシナーゼ阻害活性も持っているため、食品の酸化防止剤、美白剤の材料そしてサプリメントなどへの商品化を目的とした応用も考えています。

筆者の従来の専門である蛋白質の立体構造解析にも、これから本格的に着手する予定です。蛋白質の立体構造を決めることは、良い薬をデザインするのに役立ちます。以上、本稿が共同研究のシーズの一つとなれば幸いです。



図3. 誘導結合プラズマ発光分光分析装置