

〈2016年度 バイオ環境研究科〉 博士学位論文の要旨及び審査の結果

氏名・学籍番号	藤田 朋宏 (ふじた ともひろ)
学位の種類	博士 (バイオ環境) ・ 甲 (課程博士) 第
学位授与年月日	2017年3月11日
博士論文題目	Characterization of starch-accumulating Duckweeds, <i>Wolffia globosa</i> , oleaginous fungus, <i>Mortierella alpina</i> as renewable carbon source producers. (環境調和型パームプランテーションを作るための、ウキクサを用いたデンプン生産方法と糸状菌を利用した脂質変換方法の検討)

〈審査委員〉

主調査委員	深見 治一
副調査委員	金川 貴博 萩下 大郎
試問委員	藤井 孝夫 清水 伸泰

論文の概要

東南アジアのパームプランテーションにおいて、パーム搾油工場から大量に排出される有機廃液を十分に処理しないまま河川へ流入させることに起因する河川や海の汚染が深刻な問題となっている。藤田朋宏氏は、この有機廃液を処理するためにミジンコウキクサ (以降ウキクサと称する) を用いた廃水処理技術を開発し、現在東南アジアで実用化を目指している。ウキクサは、有機廃液に含まれる養分を使い、最も高い効率で増える植物であり、ウキクサと共生する微生物の働きで生物学的酸素要求量 (BOD) を下げることができるだけでなく、窒素やリン等の栄養素を全てウキクサが吸収するために環境への負荷を大幅に低減できることから、この方法の実用化を目指した。

このウキクサはデンプンを乾燥重量の 35% 含み、蛋白質を 40% 含有する。蛋白質は現在、飼料や肥料への利用が検討され、パームの病気であるゲノダマの原因となる菌と拮抗する菌を堆肥の中で増殖させる技術と合わせ、パームプランテーションの土壤環境改善肥料として実用化しつつある。

一方、ウキクサが高含量のデンプンを含むことから、ウキクサのデンプンの新たな利用法に関して検討した内容が本論文である。

第一章では、ウキクサを発酵原料として使用できるかどうかの予備試験である。日本産のウキクサと実際に現地で使用しているボルネオ産のウキクサの 2 つの系統のウキクサの発酵原料としての可能性について検討している。この試験では前処理の条件や糖化の酵素量、菌体量、窒素量等の条件を変えながら、発酵原料としての可能性を試している。この結果、ウキクサから十分なエタノールが得られることを示している。現時点では前処理と糖化酵素を多く使った実験でのデータであり、すぐに工業的に発酵原料となりうる生産性には達していないが、今後、条件検討を深めることでウキクサがバイオマスエタノールなどの発酵原料として利用できる可能性を示している。

第二章は、ウキクサを発酵原料とするために、アラキドン酸などの付加価値の高い不飽和脂肪酸の生産に利用されている糸状菌の *Mortierella alpina* を活用する研究である。藤田朋宏氏は、ウキクサのさらなる付加価値向上の為に、食品用途だけでなく工業用途でも利用が広がる不飽和脂肪酸の生産を考えている。本論文には記載していないが、第一章と同様にウキクサを糖化した原料を用いて *M. alpina* を培養する試験を行ったところ、十分な発酵効率が得られな

かった。その結果を受け、*M. alpina*の基礎的な理解を深めるための研究を行った。この研究は*M. alpina*の栄養要求性を考察したものである。遺伝子欠損株と代謝阻害物質を利用し、*M. alpina*の代謝に新たな見地を開き、*M. alpina*の生育には二重結合を2つ以上持つ脂肪酸が必要であると結論づけている。これらの研究は、今後ウキクサを原料に*M. alpina*を用いた発酵を行うために、品種改良や培地の最適化を行う際に重要な知見となる可能性がある。

審査の結果

藤田朋宏氏はマレーシアのパームオイル搾油工場が排出する有機廃液のウキクサを用いた処理の実用化を目指している。この大量に生育するウキクサを飼料や肥料だけでなく、付加価値の高い高度利用を検討している。まさに循環型のパームプランテーションを東南アジアで目指している。この高度利用の検討がこの学位論文の成果となっている。

第一章では、ウキクサを原料にしてエタノールが得られることを示した。現時点では前処理と糖化酵素を多く使った実験でのデータであり、すぐに工業的に発酵原料となりうる生産性には達していないが、今後、条件検討を深めることでウキクサがバイオマスエタノールなどの発酵原料として利用できる可能性を示した。

第二章では、ウキクサを糖化した原料を用いて *M. alpina* を培養する試験を行ったが、十分な発酵効率が得られなかった。そこで、*M. alpina* の基礎的な理解を深めるために、*M. alpina* の栄養要求性を検討した。すなわち、遺伝子欠損株と代謝阻害物質を利用し、*M. alpina* の代謝に新たな見地を開き、*M. alpina* の生育には二重結合を2つ以上持つ脂肪酸が必要であることを見いだした。これらの研究は、今後ウキクサを原料に *M. alpina* を用いた発酵を行うために、品種改良や培地の最適化を行う際に重要な知見となる可能性がある。

本研究の成果は、第一章、第二章とも **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology** 誌に掲載され、藤田朋宏氏が、ウキクサが発酵原料となり得るかの検討に必要な要件と科学的な証明に必要な基本的な概念について理解していることを示している。また、微生物の代謝とそれを解き明かす基本的な方法を理解し、実行できることを示している。これらの成果が実用化されれば大量に有機廃液中で生育するウキクサをさらに高度利用でき、まさに循環型のパームプランテーションを可能にする。

以上、本研究の成果は、学術および産業上、また持続的社会の構築にも寄与するところが大きい。

よって、本論文は、**博士（バイオ環境）**の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成29年2月22日、公聴会において論文内容とそれに関連した事項について試問を行い、藤田朋宏氏が博士の学位取得の基準を満たしていることを確認した。