

審査委員会報告書





【書式10】

令和4年2月10日

申請者	フリガナ	フジワラ マサアキ	生年月日	平成5年5月23日生
	氏名	藤原 正明 (男)女)	国籍又は本籍	広島県
	学籍番号	18D5702	専攻名	環境共生工学専攻

論文題目	Effect of lignocellulosic components on the anaerobic digestibility of aquatic weeds and development of a predictive model of methane production
------	--

翻訳題目 (英文の場合のみ)	水草のメタン発酵特性に与えるリグノセルロース系成分の影響とメタン生成予測モデルの構築
-------------------	--

審査委員会委員	(氏名)	印	(所属機関名)	(役職名)
	主査委員：戸田龍樹		創価大学大学院 理工学研究科	教授
	委員：松山達		創価大学大学院 理工学研究科	教授
	委員：佐藤伸二郎		創価大学大学院 理工学研究科	教授
	委員：伴修平		滋賀県立大学大学院 環境科学研究科	教授

内容の要旨及び審査結果の要旨 最終試験の結果の要旨	別紙1 別紙2	※文系は書式任意
------------------------------	------------	----------

博士学位申請論文の受付	受付日：令和4年1月4日	
-------------	--------------	--

博士学位申請論文の受理	受理日：令和4年1月12日	(可) ・ 不可
-------------	---------------	----------

論文審査の可否	実施日：令和4年2月2日	(合) ・ 否
---------	--------------	---------

最終試験の可否	実施日：令和4年2月2日	(合) ・ 否
---------	--------------	---------

審査委員会の結論	審査委員会は、学位論文について詳細な検討を行い、かつ、申請者の学力と研究能力に対する試問を行った。その結果、申請者が十分な学力と研究能力を有し、かつ博士論文の内容も博士(工学)の学位に値するものであることを確認した。
----------	--


審査委員会の審査及び最終試験の結果を受け、当該研究科委員会は以下の通り判定しました。

研究科委員会の判定	開催日：令和 4 年 2 月 15 日		
	出席者数 31 名	可数 31 名	不可数 0 名

最終可否	(合) ・ 否
------	---------

学位記番号	博 (甲)・乙 191 号	授与年月日	令和 4 年 3 月 18 日
-------	---------------	-------	-----------------

学位の種類	博士 (工学)	備考	
-------	---------	----	--

研究科長 北野 晃朗 

内容の要旨及び審査結果の要旨

【書式 1 1】

令和 4 年 2 月 10 日

氏名（本籍）	藤原 正明（広島県）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博甲 191号
学位記の授与日	令和 4 年 3 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 創価大学大学院学則第 31 条第 2 項該当 創価大学学位規則第 3 条の 3 第 1 項該当
論文題目	Effect of lignocellulosic components on the anaerobic digestibility of aquatic weeds and development of a predictive model of methane production
論文審査機関	理工学研究科委員会
論文審査委員	主査委員 農学博士 戸田 龍樹 委員 博士（工学） 松山 達 委員 Ph. D. 佐藤 伸二郎 委員 博士（水産学） 伴 修平



<論文の内容の要旨>

世界各地の陸水域では、富栄養化に伴い水草バイオマスが過剰繁茂し、生態系の攪乱ならびに経済的・社会的損失を引き起こしている。含水率が高い水草バイオマスの処理法として、エネルギー回収が可能なメタン発酵処理が注目されている。水草バイオマスのメタン発酵処理プロセスの導入に向けては、処理性能の安定性やエネルギー回収量を試算する必要があるが、湖沼の水草には常に複数種が混在するため、メタン発酵特性は周年・経年で変化する種組成や化学組成に影響を受ける。したがって、社会実装化には長期間におよぶメタン発酵試験を実施する必要があり大きな障壁となっている。水草バイオマスの化学組成とメタン発酵特性の関係性を明らかにできれば、処理性能を化学組成分析によって推定できるようになり、水草バイオマスのメタン発酵処理における、最適な運転条件の検討やエネルギー回収量の試算が可能となる。

本博士研究では、まず、水草の化学組成ならびにメタン生成ポテンシャルの季節変化を解析し (Study 1)、次に化学組成、即ちリグノセルロース系成分がメタン発酵特性に与える影響を解明した (Study 2)。微生物群集による基質の分解代謝プロセスをモデル化した「嫌気性消化モデル (ADM1)」に、Study 2 で明らかした関係を組み込み、水草バイオマスの化学組成からメタン発酵特性が推定可能なモデルを確立した (Study 3)。

本論文は 5 章から構成されている。第 1 章は総合序論として、水草バイオマスの過剰繁茂の現状とメタン発酵処理への適合性についてまとめ、さらに季節的な要因によるメタン発酵処理性能の不安定化を問題提起し、化学組成にもとづいたメタン生成推定モデルの確立の必要性を解説した。第 2 章 (Study 1) では、琵琶湖で刈り取られた水草バイオマスの化学組成とメタン生成ポテンシャルの季節性について評価を行った。各月に採取した優占種 3 種のうち、オオカナダモとコカナダモでは季節的に化学組成が変化したのに対し、センニンモでは変化しなかった。化学組成の季節変化は、各種の季節に伴う生活史の違いに起因することが示唆された。一方、メタン生成量は、種によって大きく異なり、また、種ごとに季節変化があることを明らかにした。第 3 章 (Study 2) では、改変ゴンペルツ式への近似によって求められたメタン発酵特性（最大メタン生成量、最大メタン生成速度、遅延期間）と、リグノセルロースを構成するセルロース、ヘミセルロース、リグニンの量、ならびにそれらの比との相関分析を行った。その結果、セルロース/リグニン比が

メタン生成量を、セルロース/ヘミセルロース比が最大メタン生成速度を制御していることを見出した。第4章 (Study 3)では、第3章で明らかにしたリグノセルロース系成分の比とメタン発酵特性の関係性を組み込んだ ADM1 を設計し、シミュレーションと精度評価を行った。その結果、本 ADM1 によって、異なる化学組成の水草バイオマスにおいても、高精度でメタン生成の推定が可能となった。

第5章では総合考察として、本研究により確立された ADM1 を用いて、琵琶湖から刈り取られた水草バイオマスを安定して長期間処理できる運転条件を推定し、本手法による他のリグノセルロース系バイオマス、ならびに他水域における水草バイオマスのメタン発酵処理への適応と実利用に向けた課題を論じた。

本論文の内容の一部は、下記の査読制度を有する権威ある学術雑誌に2編が掲載されており、本論文の研究成果が国際的にも評価されていることを示している。

1. Masaaki FUJIWARA, Mitsuhiko KOYAMA, Shinichi AKIZUKI, Keiko WATANABE, Kanako ISHIKAWA, Syuhei BAN and Tatsuki TODA.
Seasonal changes in the chemical composition and anaerobic digestibility of harvested submerged macrophytes. *BioEnergy Research*, Vol. 13, 683-692, 2020. (IF = 2.814).
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12155-019-10082-x>
2. Masaaki FUJIWARA, Mitsuhiko KOYAMA, Shinichi AKIZUKI, Syuhei BAN and Tatsuki TODA.
Influence of lignocellulosic components on the anaerobic digestibility of aquatic weeds: Comparison with terrestrial crops. *Industrial Crops and Products*, Vol. 178, 114576, 2022. (IF = 5.645). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114576>





<論文審査結果の要旨>

メタン発酵処理は投入原料の化学組成に影響を受け、処理性能が変動する。水草バイオマスに関しては優占種の経年的・季節的な変動が起こるため、本処理プロセスの導入には、長期間の連続メタン発酵実験を実施する必要がある。本博士論文は、水草バイオマスの化学組成から、メタン発酵処理性能が推定可能なモデルを構築することを目的とし、リグノセルロース系成分の量比と発酵特性の関係性を解明し、処理性能推定モデルの設計ならびに評価を実施したものである。従来の嫌気性消化モデルでは化学組成が変動しない原料に適用が限られていたが、本研究で明らかにした水草の化学組成と分解速度ならびに分解量についての関係性から、異なる化学組成を有する水草バイオマスについても処理性能を推定できる、汎用性の高いモデルの構築に成功した。本博士論文で得られた知見と構築した推定モデルは、水草バイオマスに限らず、他の植物バイオマスのメタン発酵処理の実現可能性・社会実装性の検討に利用できる萌芽性を有しており、廃棄物処理工学や環境プロセス工学分野に大きく貢献し、博士論文として十分に価値のあるものと結論づけられた。以上のことから、本博士論文は、申請者に博士(工学)の学位を授与するに十分な価値を有するものと認める。

最終試験の結果の要旨

【書式12】

令和4年2月10日

フリガナ 申請者氏名	フジワラ マサアキ 藤原 正明	専攻名	環境共生工学専攻
審査委員会委員	主査委員	戸田 龍樹	
	委員	松山 達	
	委員	佐藤 伸二郎	
	委員	伴 修平	
要旨 審査委員 4 名により、学位論文の内容および関連する学問分野に関して口頭で試問を行った。その結果、申請者が博士（工学）としての十分な学力と研究能力を有するものと判定された。よって、審査委員会は最終試験の結果を合格と判定した。			