




審査委員会報告書

【書式10】

令和5年8月23日


申請者	フリガナ	シャ ユンジュン	生年月日	1991年9月21日生
	氏名	Xia Yuanjun (夏元君) _(女)	国籍又は本籍	中国
	学籍番号	19D5703	専攻名	環境共生工学専攻
論文題目		Optimization of intermittent CO ₂ supply and flocculation recovery for the cultivation of a haptophyte <i>Isochrysis galbana</i>		
翻訳題目 (英文の場合のみ)		水ハプト藻 <i>Isochrysis galbana</i> の培養に向けた間欠攪拌による CO ₂ 供給および凝集沈殿回収法の最適化		
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	古谷 研 	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
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 5年 6月 19日	
博士学位申請論文の受理			受理日：令和 5年 7月 5日	⊙・不可
論文審査の合否			実施日：令和 5年 7月 13日	⊙・否
最終試験の合否			実施日：令和 5年 7月 13日	⊙・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 5年 8月 25日		
	出席者数 27名	可数 27名	不可数 0名

最終合否	⊙・否
------	-----

学位記番号	博 ⊙甲・乙 207号	授与年月日	令和 5年 9月 16日
学位の種類	博士（工学）	備考	

研究科長 井田 旬一 

内容の要旨及び審査結果の要旨

【書式 1 1】

令和 5 年 8 月 2 3 日

氏名 (本籍) Xia Yuanjun (夏元君) (国籍 中国)
学位の種類 博士 (工学)
学位記番号 博甲第 207 号
学位記の授与日 令和 5 年 9 月 16 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 Optimization of intermittent CO₂ supply and flocculation recovery for the cultivation of a haptophyte *Isochrysis galbana*

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 農学博士 古谷 研
委員 博士 (工学) 松山 達



<論文の内容の要旨>

海洋微細藻類 *Isochrysis galbana* はフコキサンチンと脂肪酸の含有量が高いため、生産需要は年々高まっており、低コストでの大規模培養と回収 (収穫) が大きな課題となっている。微細藻類の培養は、日射量、栄養塩の有無、攪拌、CO₂ の供給条件などの影響を受ける。CO₂ 供給のための連続曝気は、微細藻類培養の総エネルギー消費量の大きな部分を占める。間欠的な CO₂ 供給は、曝気コストを削減できる可能性がある反面、炭素欠乏を引き起こし、微細藻類の生育を阻害する。また、微細藻類は細胞サイズが小さいため、遠心分離などによる回収プロセスに費用がかかる。

本研究では、海洋微細藻類 *I. galbana* の大量生産プロセスのうちで、全体コストに影響を及ぼす培養にかかる曝気方法の最適化と低コストの回収方法について研究開発を行った。第 1 章は総合序論として、現在のレースウェイ・ポンド、フラットパネル、チューブラー・リアクターを使った微細藻類の連続培養方式の生産コストの比較を行った。第 2 章では、*I. galbana* の生産性に及ぼす CO₂ 供給濃度と供給頻度の影響を調べた。異なる CO₂ 濃度と供給頻度 (0.04~10% CO₂、連続供給 1/9 分) で *I. galbana* の半連続培養を行った (研究 1)。その結果、曝気条件下では、連続曝気 (コントロール) でバイオマス生産性は 0.17 g L⁻¹ d⁻¹ に達した。5% CO₂ 濃度での連続供給条件で、最も高いバイオマス生産性 (0.35 g L⁻¹ d⁻¹) を示した。CO₂ 濃度 10% の連続供給条件では、生産性は 0.11 g L⁻¹ d⁻¹ に低下し、高 DIC 濃度では微細藻類の生育が阻害された。攪拌については、CO₂ 濃度 5%、10% の条件では、1/9 (min/min) の間欠的な CO₂ 供給で、それぞれ 0.3、0.22 g L⁻¹ d⁻¹ の生産性を示し有意にコントロール値を超えた。攪拌頻度を 1/9 (min/min) とした CO₂ 濃度 5% の連続供給では、フコキサンチン含量は 0.56 mg/g-DW に達した。この結果は、高濃度の CO₂ の連続供給はフコキサンチンの蓄積を阻害するが、間欠供給はフコキサンチンの蓄積を促進できることを示唆した。

回収については、凝集剤を添加して pH を調整することで、微細藻類の回収コストを削減できる凝集沈殿法について検討した。異なる pH (pH 8~10) と PO₄ 濃度 (0~10mM) により、微細藻類細胞の凝集沈降効率を新規の手法によって評価し、微細藻類細胞の沈降に与える影響を調べた (研究 2)。pH10 における高濃度 PO₄ (5, 10 mM) の条件では、凝集沈殿効果が 40% に達するなど、30 分以内で迅速かつ効率的な沈降が起こった。

上述の研究成果を踏まえ、総合考察においては提案するプロセスの経済性を評価し、試算により従来プロセスよりも高い経済性が示された。

本論文の内容の一部は、下記の査読制度を有する当該分野において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. **Yuanjun XIA**, Masatoshi KISHI, Youta SUGAI, Tatsuki TODA

Microalgal flocculation and sedimentation: spatiotemporal evaluation of the effects of the pH and calcium concentration

Bioprocess and Biosystems Engineering, Vol, 45, 1489-1498, August 2022. (IF= 3.8)

2. **Yuanjun XIA**, Mutsumi SEKINE, Minamo HIRAHARA, Hidemi KISHINAMI, Fatimah Md. YUSOFF, Tatsuki TODA

Effects of concentration and frequency of CO₂ supply on productivity of marine microalga *Isochrysis galbana*

Algal Research, Vol, 70, January 2023. (IF= 5.1)

<論文審査結果の要旨>




本研究では、微細藻類の培養・回収プロセスの省エネルギー・低コスト化を目的とし、CO₂の間欠供給による微細藻類の培養実験と凝集沈殿効果の評価を行った。間欠攪拌による、物理ストレスの低減によって、バイオマス・色素生産性の向上と運転コストの削減が可能であることを明らかにした点に新規性がある。より正確に凝集沈殿効率を評価するため、上澄み層の微細藻類濃度だけではなく、深度ごとの濃度を測定し、凝集沈殿の空間的・時間的変化を明らかにした。経済性評価の結果により、全体コストを低減できることを明らかにし、微細藻類培養プロセスの改善を提案した。

本博士論文の内容は、プランクトン工学、生物生産工学の分野に貢献し、高付加価値微細藻類の大量培養プロセスを低コスト化し社会実装化を推進するものである。以上のことから、本博士論文は、博士(工学)の学位論文に値すると判断した。

最終試験の結果の要旨

【書式12】

令和5年8月23日

フリガナ 申請者氏名	シャ ユンジュン Xia Yuanjun (夏元君)	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	古谷 研	
	委員	松山 達	
要旨 審査委員3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認定された。よって、審査委員会は最終試験の結果を合格と判定した。			