


審査委員会報告書

【書式11】

令和 5年 2月 1日

申請者	フリガナ	ニシ ケント	生年月日	平成 8年 3月 23日 生
	氏名	西 健斗 (男・女)	国籍又は本籍	大分県
	学籍番号	20D5801	専攻名	環境共生工学専攻
論文題目		Development of advanced light-tolerant microalgae-nitrifying bacteria consortia for ammonia removal under strong light irradiation using light-shielding hydrogel		
翻訳題目 (英文の場合のみ)		遮光ゲル担体を用いた強光下におけるアンモニア除去のための耐光性微細藻類-硝化菌共存系の開発		
審査 委員会 委員	(氏名) 印 (所属機関名) (役職名)			
	主査委員:	井田 旬一 	創価大学大学院 理工学研究科	教授
	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
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 1月 5日		
博士学位申請論文の受理		受理日: 令和 5年 1月 11日	(可) ・ 不可	
論文審査の合否		実施日: 令和 5年 1月 19日	(合) ・ 否	
最終試験の合否		実施日: 令和 5年 1月 19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 5年 2月 14日		
	出席者数 32名	可数 32名	不可数 0名

最終合否	(合) ・ 否
------	---------

学位記番号	博 (甲)・乙 201号	授与年月日	令和 5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11（別紙1）】

令和 5年 2月 1日

氏名（本籍）	西 健斗（大分県）		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博士第201号		
学位記の授与日	令和 5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3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	Development of advanced light-tolerant microalgae-nitrifying bacteria consortia for ammonia removal under strong light irradiation using light-shielding hydrogel		
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	博士（工学）	井田 旬一
	委員	農学博士	戸田 龍樹
	委員	博士（工学）	松山 達



<論文の内容の要旨>

人口の増加および人間生活の多様化に伴い、世界各地の水環境では高濃度の窒素やリンを含有した排水によりしばしば富栄養化が発生している。一般的に窒素を多く含む窒素含有排水は、生物学的硝化脱窒法によって処理されている。しかしながら、硝化に必要な機械的曝気は、排水処理施設全体における60%以上のエネルギーを消費しており、運転コストの低コスト化には別の省エネルギーな方法に置き換えることが求められている。そこで、近年、曝気不要の「微細藻類-硝化菌共存系」を用いた硝化プロセスが注目されている。微細藻類と硝化菌の共存槽において、曝気を用いず光照射のみで微細藻類による酸素供給が可能となり、生成された酸素を用いて硝化が実現可能である。一方で、硝化菌は光に脆弱であり、光強度 $500 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上の光照射によって阻害を受け、硝化が停止することが知られている。そこで、本論文では、硝化菌のみを光照射から保護できる「遮光ゲル担体」を提案した。さらに、実用化に向けて強光下での遮光ゲル担体を用いた耐光性微細藻類-硝化菌共存系の確立および処理性能評価を行った。また、微細藻類-硝化菌共存系において、それぞれの微生物の接種バイオマス比が処理性能に影響を与えることが知られていることから、強光下かつ遮光ゲル担体を用いた時の、最大アンモニア除去性能を示す最適バイオマス比の検討を実施した。

これまで、微細藻類-硝化菌共存系を用いた既往研究では、硝化菌の光阻害を避けるため比較的低い光強度で実験が行われてきた。しかし、太陽光は光強度 $2000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 程度にも達するため、屋外での実用化に向けて硝化菌の光阻害を抑制することが求められる。そこで、第2章では、まず本提案の要となる「遮光ゲル担体」の開発およびその硝化性能評価を行った。光強度 $0-1600 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ での異なる光強度で光照射した時、分散状硝化菌では、光阻害により光強度の増加に伴い硝化速度は低下したものの、遮光ゲル担体では強光下であっても、ほとんど硝化速度が低下することなく、分散状の約7.3倍の硝化速度が示された。したがって、遮光ゲル担体は、強光下であっても十分に硝化菌の光阻害を緩和可能なことが明らかとなり、その有効性が示された。次に、第3章では、開発した遮光ゲル担体を用い、強光下において耐光性微細藻類-硝化菌共存系の処理性能を評価した。第2章と同様に遮光ゲル担体を用いることで、強光下でも亜硝酸の蓄積なく完全硝化を達成し、硝化速度は

分散状の約 9.2 倍の高い値が得られた。以上より、微細藻類-硝化菌共存系に遮光ゲル担体を適用することで、無曝気かつ高い光照射下であっても十分に硝化可能であることが示された。さらに、分散状では強光下において、硝化菌の光阻害が引き金となって生じる槽内の pH 上昇と、それに伴う遊離アンモニアの生成がプロセス破綻のメカニズムであることを明らかにした。一方、遮光ゲル担体の強光下における利用は、硝化菌の光阻害を緩和できるため、プロセス破綻を回避する有効な手段であることが示された。第 4 章では、微細藻類-硝化菌共存系における微細藻類および硝化菌のバイオマス比による影響評価を行った。その結果、バイオマス比 1:9(微細藻類:硝化菌)で 100%のアンモニア除去率を達成した。多変量解析による既往研究との比較から、バクテリア量は微細藻類量よりもアンモニア除去率に大きな影響を与えることが明らかとなった。上述の研究成果を踏まえ、総合考察となる第 5 章では、バイオマス比を制御可能な連続運転プロセスを提案し、従来の硝化脱窒法との消費エネルギーの比較を行った。その結果、提案するバイオマス比制御可能なプロセスは、従来法より最大約 50%消費エネルギーを削減可能なことが示された。

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. **Kento NISHI, Shinichi AKIZUKI, Tatsuki TODA, Tatsushi MATSUYAMA and Junichi IDA.**
Development of light-shielding hydrogel for nitrifying bacteria to prevent photoinhibition under strong light irradiation. *Process Biochemistry*, Vol. 94: pp.359–364, 2020. (IF = 4.885).
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.04.037>.
2. **Kento NISHI, Shinichi AKIZUKI, Tatsuki TODA, Tatsushi MATSUYAMA and Junichi IDA.**
Advanced light-tolerant microalgae-nitrifying bacteria consortia for stable ammonia removal under strong light irradiation using light-shielding hydrogel. *Chemosphere*. Vol. 297: 134252, 2022. (IF = 8.943).
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134252>.

<論文審査結果の要旨>




従来の生物学的硝化脱窒法はエネルギー消費の大きい機械的曝気が必要な高コストプロセスであり、特に途上国への導入が進んでいない。曝気不要の微細藻類-硝化菌共存系は、省エネルギーな処理法である一方、共存する硝化菌が光に脆弱なことが、屋外での利用を想定した実プロセスへの適用における大きな課題となっていた。本博士論文では、ゲル中に硝化菌を固定化・遮光化した「遮光ゲル担体」を開発し、それをを用いた新規な耐光性微細藻類-硝化菌共存系の提案および研究開発を行った。その結果、中南米の日中の強光に匹敵する光照射下において、完全硝化と分散状硝化菌の約 9.2 倍もの硝化速度をはじめて達成した。さらに強光下では微細藻類と硝化菌の接種バイオマス比は 1:9(微細藻類:硝化菌)が最適なことを突き止め、アンモニア除去率 100%を達成した。最後に得られた結果をもとに提案プロセスによる長期連続プロセスの提案と従来法との消費エネルギー比較をおこない、提案プロセスが省エネルギーかつ低コストな窒素含有排水処理の実現に向けた微細藻類-硝化菌共存系の実用化に大きく貢献することを示した。

本博士論文は、微生物主体の従来の水処理法に「材料科学・工学、および粉体工学」の知見を導入するという、これまでにない手法で耐光性の微細藻類-硝化菌共存系を確立するなど、新規性・独創性の高い内容となっている。そのため水処理工学分野の発展に大きく貢献するものであり、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11（別紙2）】

令和 5年 2月 1日

フリガナ 申請者氏名	ニシ ケント 西 健斗	専 攻 名	環境共生工学専攻
審査委員会委員	主査委員	井田 旬一	
	委 員	戸田 龍樹	
	委 員	松山 達	
要 旨			
<p>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。</p>			