

氏名 周 广宇

主論文審査の要旨

化石燃料の将来的な不足・枯渇、原子力発電の安全性に対する信頼の揺らぎなど、エネルギー資源に関する問題は、現在の人類が抱える最も大きな課題の一つになっている。一方、温暖化や酸性雨に代表される地球環境問題、あるいは廃棄物や廃水による身近な環境問題も含め、持続的発展型の社会および環境の構築に向けた諸問題は、人類の将来を考える上で最重要課題の一つである。したがって、廃棄物や廃水処理工学の今後あるべき姿も、これまでの単なる無毒化、無機化に終始するのではなく、再利用や再資源化、エネルギー回収といった資源循環の要素を踏まえたものでなければならない。

本論文は、以上を研究背景として、有機性廃水の処理と電気や水素エネルギーの回収を同時に達成可能な微生物燃料電池 (Microbial Fuel Cell: MFC) および微生物水分解セル (Microbial Electrolysis Cell: MEC) 技術に着目し、性能に関わる諸条件や関与微生物に関する基礎研究の成果をまとめたものである。

本論文は全6章から構成され、研究題目に即した内容が首尾一貫して記述されている。

第1章の序論では、本研究の背景と経緯および目的が述べられている。第一に現在のエネルギー問題の状況を示すとともに、環境共生型のエネルギー資源の模索、特にバイオマスエ

ネルギーおよび廃水・廃棄物からのエネルギー回収については、論文/資料を根拠とした説明が必要十分になされている。また、本論文のテーマである MFC および MEC の既往研究の知見および现阶段での技術的問題点や課題は、豊富な論文によって極めて詳細にレビューされ、本論文に関わる研究の動機と目的が明確に示されている。

第2章では、MFC の電池としての性能、および Anode 電極において特に電力発生に関与する微生物群集に与えるイオン交換膜の影響に関する研究成果が述べられている。本研究では、燃料電池に用いられ MFC 研究でも de fact standard として使用されている水素イオン交換膜の Naffion117 の他に、より一般的な高い水素イオン交換膜やさらに汎用性の高い陽イオン交換膜の利用可能性とそれらの膜を用いた場合の電池性能を比較検討し、Nafion117 と同等の性能が得られること等を明らかにしている。

第3章では、MFC 性能と関与微生物群集に及ぼす温度の影響に関する研究成果が述べられている。MFC 研究では、23°Cでの研究事例が多く、運転温度による電池性能や微生物への影響を明らかにした例は極めて少ない。本研究では、第2章で用いた複数種類のイオン交換膜を用いると同時に温度による影響を検討した。その結果、28°Cおよび33°Cといった比較的高い温度においては、水素イオン交換膜よりも陽イオン交換膜を備えた MFC において高い電池性能が得られるなどの興味深い知見が得られている。

第4章では、Anode 電極の面積、イオン交換膜の種類とその面積といった3つの条件を種々替えて実験を実施し、それら条件が MFC 性能に与える影響の度合いを評価し、最適な条件を明らかにした。その結果、MFC 性能には Anode 面積が最も大きな影響を及ぼし、イオン交換膜の面積による影響は比較的小さいことが明らかにされている。

第5章では、上記MFCで得られた知見をもとに、第2章と同じく3種類のイオン交換膜を備えたMECにより、水素ガスの発生を検討した。その結果、Naffion117および汎用型の水素イオン交換膜を備えたMECによって水素ガスの生成に成功した。

第6章の最終章では本研究の総括を行うとともに、MFCおよびMECによる廃水処理およびエネルギー回収の可能性を示唆している。また、イオン交換膜によるMFC性能の向上やMFC、MECの運転条件によるこれらの性能に与える影響を明らかにし、MFCおよびMEC技術の今後の展開に資する基礎的知見が得られたことを述べている。

本研究の成果は、英文論文3編（内、2編は掲載済）、および4件の国際学会にて発表されており、その成果は社会貢献、学術貢献に高く貢献するものであると判断された。以上から、審査委員会は本論文が博士の学位授与に値するものと認めた。また、研究内容は微生物工学および電気化学を含む広い学術領域に及ぶものであることから、学位名称は博士（学術）が妥当であると認めた。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は学位申請者に対し、博士論文の内容および関連分野に関する口頭試問を実施した。その結果、学位申請者は環境工学および周辺分野領域に関する十分かつ高度な知識と理解力を有すると判断した。また、外国語については、3編の査読付き英文論文をまとめ（2編は掲載済）、かつ4件の国際学会発表を行っていることから、研究者として十分な能力を有するものと認めた。以上から、学位申請者は博士（学術）の学位授与に値すると判断した。

審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全講座担当教授	川越 保徳
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全講座担当教授	山田 文彦
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全講座担当准教授	佐藤 晃