

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 グエン ニュット ティエン

グエン ニュット ティエンの博士論文は、以下の6章から構成されている。

まず1章では、エビ養殖に必要なエネルギーシステムの概要を示し、本分野における既往の研究を調査すると共に、本博士論文の目的と貢献について説明している。また、本論文全体の構成を明らかにしている。

次に2章では、ベトナムの中でのメコンデルタ地域におけるエビ養殖業の重要性にふれたのち、そのエネルギーシステムの中でも特に重要な曝気技術の現状と課題について説明している。曝気プロセスが、エビの呼吸に必要な酸素を供給するだけでなく、養殖池の水質を良好に保つために必要不可欠なものであることを説明したのちに、溶存酸素の濃度に影響を与える因子を整理し、更に各種曝気技術の紹介と養殖池中への酸素溶解率の説明を行い、併せて曝気技術のエネルギー利用効率の評価について説明している。

次に3章では、本論文で提案しているエビ養殖業における革新的なエネルギーシステムについて提案し、その内容を説明している。その骨子は下記の通りである。すなわち、近年急速に普及が進む太陽光発電や風力発電を養殖業敷地内に導入すると共に、変動の大きなこの両電源について、変動部分を電気分解装置に送り、水素と酸素を製造し、この酸素を曝気に直接用いることを特徴としている。純酸素を直接養殖池に送入することにより、空気を送り込む場合と比較して、ポンプ動力が約1/5になり、大幅な省エネルギーが実現できる。また、再生可能電源の変動部分を用いることで、残りの安定した電気出力をその他の需要に用いることができる。更に、電気分解で生成した水素については、アンモニア原料として販売するケースと、燃料電池によって発電し、養殖業のバックアップ電源として用いるケースを想定している。3章では本システムの全体構成を説明している。

次に、4章では、エビ養殖業のエネルギーシステム設計のために開発した多目的最適化モデルについて説明している。ここでは、電気分解装置、風力発電、太陽光発電、燃料電池、蓄電池、ディーゼル発電機など各種エネルギー技術のモデル化と養殖池中の溶存酸素濃度の評価モデルについて述べたのち、多目的評価関数の構成要素である養殖業のエネルギーシステムのトータルコスト、CO₂

排出量、供給不足確率の定量評価法を示し、多目的最適化手法を説明した。さらに、主要なパラメータに関する感度分析とモンテカルロシミュレーションについて説明している。

次に 5 章では、多目的最適化の結果得られたエビ養殖のエネルギーシステムについて説明している。まず、国家の電力系統に接続しない場合について、太陽光発電システム、風力発電システムと蓄電池を組み合わせたシステムの評価結果について述べた。次に、国家の電力系統に接続した場合において、特に、電気分解で生成した水素をアンモニア原料として販売したケースと燃料電池により電気に再変換し、養殖池のバックアップ電源として用いたケースを比較した。また、各システムの導入を炭素税によって促進する場合の定量評価の結果について述べた。これらの総合評価を行った結果、国家の電力系統に接続しない場合では、電力供給不足確率の低下が難しく、また、電力供給不足確率を低くするためにディーゼル発電機を用いた場合では、CO₂ 排出量が増加してしまう点が定量的に明らかとなった。一方、国家の電力系統に接続した場合には、電力供給不足確率の十分な低下が望める上に、再生可能電源の発電量の余剰分については接続された電力系統を通じて固定価格買い取り制度により販売することができる。これらの要因により、系統に接続したエビ養殖において、本論文で提案したエネルギーシステムの経済性は大変優れたものであり、CO₂ 排出量についても従来の曝気システムよりも削減できることが明らかになった。さらに、モンテカルロシミュレーションによる感度分析の結果を説明し、主要なパラメータの不確実性を考慮した場合でも、提案したシステムの経済性、CO₂ 排出量が従来の曝気システムよりも優れていることを明らかにした。

6 章では結論を述べている。すなわち、本論文で提案したエネルギーシステムを国家の電力系統に接続した場合には、電力供給不足確率の十分な低下、優れた経済性、CO₂ 排出量の削減をすべて満たすことができる。さらに、電気分解により生成した水素については、アンモニア原料として販売するケースと燃料電池により電気に再変換するケースが可能であり、いずれのケースでも、経済性、CO₂ 排出量の点で従来のシステムより優れていることを明らかにした。

以上を要するに、本論文は、エビ養殖業におけるエネルギーシステムにおいて、再生可能エネルギーを利用すると共に、その変動分を電気分解により水素、酸素に変換し、酸素をエビ養殖池の曝気に利用し、水素をアンモニア原料等に利用するシステムを提案し、設計すると共に、多目的最適化モデルを開発し、電力供給不足確率、経済性、CO₂ 排出量の点から評価し、その優れた性能を明らかにしたもので、電気工学、特に電力システム工学の発展に資するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。