

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	仲 真弓
	主査	慶應義塾大学教授	PhD 南 美穂子
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士 田村 明久
		慶應義塾大学准教授	博士（理学） 白石 博
		慶應義塾大学名誉教授	理学博士 柴田 里程
		慶應義塾大学名誉教授	工学博士 前島 信
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>修士（理学）仲真弓 君提出の学位請求論文は，“Investigation of Goodness-of-fit in Ecological Data Modeling”（生態系データモデリングにおける分布の適合性の研究）と題し、本文 5 章と付録 2 章より成る。本論文は、外的要因の変化がどのように生態系に影響を与えているか探索することを目的としてこれまで行われてきた研究成果をまとめたもので、外的要因の変化の影響を確率分布の変化として検出するときに起きる諸問題の解決を中心課題としている。本論文の前半では、海底生物に対するトロール漁の影響調査データと河口付近でのバナナエビに対する淡水流入の影響調査データを取り上げ、構築した確率分布モデルの適合性検証の段階で起きる様々な問題の解決を図り、どのような影響があったのか明らかになった結果を述べている。またこの実証研究で生まれた理論的な問題の解決を図ったのが本論文の後半である。そこでは、ごく少数の外れ値が混入していた場合に適合性検証がどこまで乱されるのか、そのような攪乱に強い検証法にはどのようなものがあるかを理論的に解明している。</p> <p>第一章は序論であり、確率分布を用いたモデルの適合性検証に関する既存の研究をまとめている。第二章ではオーストラリア北部海域における海底生物へのトロール漁の影響調査データを取り上げている。成長のモデルとして知られる確率微分方程式が、トロール漁前の個々の海底生物の体重分布も十分説明できるモデルであることから、その解の定常分布であるガンマ分布を体重分布として用いることにしている。しかし、実際の調査データでは、複数の個体の体重がまとめて記録されているため、ここでは Cramér-von Mises 統計量をサンプルが独立だが必ずしも同じ分布に従っていない場合に拡張した上で、その適合性を検証することに成功している。その結果として適合性に問題がないことが確かめられた 80 ケースのうちの 57 ケースについて、トロール漁後の体重分布の変化を検定することで、トロール漁による影響を種ごとに検証している。第三章では、オーストラリアの河口における淡水流入の影響調査を取り上げている。ここではバナナエビの捕獲調査データに対して、観測時期の水温と塩分濃度の影響を加味した成長と生存のモデルの非対称混合分布を用いて、河口に滞在するバナナエビの甲殻の長さの分布モデルを構成し、離散分布に対する Cramér-von Mises 統計量によってその適合性に問題がない 19 ケース中 15 ケースについて、淡水流入による水温・塩分濃度の変化がバナナエビの成長にどのような影響を与えているか詳細な解析を行っている。第四章は、Cramér-von Mises 統計量を用いた分布の適合性に対する検証について、少量の異質なデータが混ざっていた場合についての漸近的な性質を導いている。まず、パラメータを既知としたときの Cramér-von Mises 統計量の漸近分布が、非心カイ二乗確率変数の重み付き和の分布で表せ、異質なデータの影響は非心度にもみあられることを示している。次に、パラメータが未知で、パラメータ推定に最小 Cramér-von Mises 距離推定量を用いた場合についても同様に漸近分布を導出し、シミュレーションによる実験から、パラメータ推定に最小距離推定量を用いることで Cramér-von Mises 統計量の頑健性が確保できることを明らかにしている。第五章は総括であり、外的要因の生態系へ影響を調べるには、説明力の高い確率分布モデルの構築と、その適合性の検証が欠かせないこと、少数の外れ値に結果が大きく左右されない検証法の更なる研究が必要であるという将来への展望で締めくくられている。</p> <p>このように、本論文は、外的要因の生態系への影響を探索する上で欠かせない確率分布の適合性の検証について実践と理論の両面から研究した成果をまとめたもので、この分野の発展に大きく寄与するだけでなく、さまざまな分野への応用可能性も示している。よって、本論文の著者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
		<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>	