

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Modeling Ecological and Physical Processes in Blue Carbon Ecosystems: Biomass Dynamics and Hydrodynamics-Sediment Transport
著者(和文)	吉開仁哉
Author(English)	Masaya Yoshikai
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4197号, 授与年月日:2024年2月29日, 学位の種別:論文博士, 審査員:中村 隆志,神田 学,木内 豪,高木 泰士,中村 恭志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4197号, Conferred date:2024/2/29, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	吉開 仁哉	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 中村 隆志	准教授	神田 学	教授
	木内 豪	教授	高木 泰士	教授
	中村 恭志	准教授		

本論文は「Modeling Ecological and Physical Processes in Blue Carbon Ecosystems: Biomass Dynamics and Hydrodynamics-Sediment Transport」と題し、英文で書かれた以下の9章から構成されている。

第1章「General introduction」では、代表的なブルーカーボン生態系である海草藻場やマングローブ林の特徴や重要性について概説し、ブルーカーボン動態を理解し、予測するにあたって不足している知見を整理し、それらを明らかにすることを目的とすることを述べている。

第2章「Modeling seagrass bed dynamics under environmental impacts of intensive mariculture activities in Bolinao and Anda, the Philippines」では、過密養殖による水質悪化が問題となっているフィリピンのボリナオ周辺海域を対象に、光消散のモデル化および海草植生動態モデルの開発を行い、同海域の流動-水質モデルによって得られた濁度や栄養塩濃度等の水質を基に海草の種ごとの植生分布の推定を行っている。このモデルによって、種ごとの海草植生分布を精度良く再現していることが確認され、シナリオ解析によって、養殖の給餌を適切に削減することで水質が向上し、海草被度が増加することを明らかにしている。

第3章「Predicting mangrove forest dynamics across a soil salinity gradient using an individual-based vegetation model linked with plant hydraulics」では、陸上の植生動態モデルSEIB-DGVM (Sato et al., 2007) を基に、マングローブの道管内の水輸送と土壌塩分に伴う根での浸透圧の変化に着目したマングローブの塩分耐性を組み込むことで、マングローブ植生動態モデルを開発している。このモデルによって、塩分耐性の異なるヤエヤマヒルギとオヒルギの混成林において、土壌塩分が高塩分化するに伴い、オヒルギからヤエヤマヒルギへの遷移していく様子を再現することに成功している。

第4章「Measurement and modeling of *Rhizophora* mangrove above-ground root system」では、タコ足状の複雑な支柱根をもつ*Rhizophora*属マングローブについて、その支柱根の流体に対する形状抵抗を推定する目的で、現場観測データを基に支柱根形状モデルの開発を行っている。この形状モデルはDiameter at Breast Height (DBH) や樹木密度といった森林生態調査で一般的に計測されているパラメータを用いて、形状抵抗の計算に必要となる支柱根の投影面積を精度良く推定できることを示している。

第5章「Field measurement and prediction of drag in a planted *Rhizophora* mangrove forest」では、*Rhizophora*属支柱根の形状抵抗の計算に必要となる、根の摩擦係数 (C_D) を推定することを目的に、フィリピンの植林されたマングローブ林において、水位差より植生抵抗を実測し、第4章で求めた支柱根の投影面積を用いることで、根の摩擦係数の推定に成功し、その値が $C_D = 1.0$ であることを述べている。

第6章「Representing the impact of *Rhizophora* mangroves on flow in a hydrodynamic model: the importance of three-dimensional root system structures」では、第4章および第5章で得られた知見を基に*Rhizophora*属マングローブ支柱根の形状抵抗のモデル化を行い、形状抵抗モデルおよび植生による形状抵抗によって引き起こされる乱流エネルギーの生成や消散プロセスを、既存の海流モデル (ROMS) の乱流モデルに組み込むことに成功している。これを用いた流動シミュレーションでは、マングローブ域の流速の鉛直分布を良好に再現していることが確認されたことを述べている。

第7章「Modeling flow and sediment transport in an estuarine mangrove forest and adjacent areas」では、第6章で開発したマングローブの形状抵抗を組み込んだ流動モデルを、実際のフィリピン・パナイ島ア克蘭川河口域のマングローブ林に適用した例を示している。このモデルのシナリオ解析の結果、マングローブ植生の存在によって、同海域の土壌を有意に保持していることが示され、マングローブ植生によって土壌に含まれる多量のブルーカーボンが保持されていることを明らかにしている。

第8章「Assessment of the impact of typhoon events on wave and sediment erosion in a fringing mangrove forest」では、同じく第6章で開発したマングローブの形状抵抗を組み込んだ流動モデルを用いて、台風時のマングローブ林による土壌侵食の抑制効果について定量的な検討を行い、マングローブの存在によって土壌侵食を有意に抑制することを述べている。

第9章「Conclusions」では、各章のまとめを行い、論文全体の結論および今後の課題を示している。以上要するに、本論文は、ブルーカーボン生態系の動態やその機能を、現地観測やモデリングなど統合的なアプローチによって明らかにしたものである。本論文の研究の成果は、ブルーカーボン動態のみならず、生態系保全や生態系を活用した沿岸防災研究への発展も見込まれるため工学的な貢献が大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。