



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Whispers in Murky Waters : Bacterioplankton Interaction Networks Underpinning Ecosystem Health [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	GALBRAITH, Elroy Louis Matthias
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15215号
Issue Date	2022-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87219
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	GALBRAITH_Elroy_LouisMatthias_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 Elroy Louise Matthias Galbraith

審査担当者 主 査 教 授 大鐘 武雄

副 査 教 授 齊藤 晋聖

副 査 教 授 西村 寿彦

副 査 准教授 Matteo Convertino (清華大学深セン国際大学院)

学位論文題名

Whispers in Murky Waters: Bacterioplankton Interaction Networks Underpinning Ecosystem Health

(濁んだ水の中のささやき: 生態系の健全性を支えるバクテリアプランクトンの相互作用ネットワーク)

陸地と大気の連続したつながりの中で、種の生息環境と生物学的循環における河川、河口、海洋の役割を考えると、種々のスケールで水中生態系を正確に監視・予測することが、生物圏を維持するために重要である。水生細菌プランクトン (バクテリオーム) のコミュニティは、種々の生態系調整機能を有し、それらの集合的な構造と機能のパターンを介して、環境圧力を示す有用な情報を発している。ところが、バクテリオームを使用した環境健全性評価は、現在のところ、これらの複雑なシステムの集合的なダイナミクスを無視し、代わりに個々の指標の分類または機能、および生物化学的しきい値に焦点を当てるアプローチが一般的である。しかし、このアプローチは生態系の状態を知らせるグローバルおよび生息地固有の情報が見逃されていると言える。本論文では、バクテリオームの集合的ダイナミクス内の系統発生的、構造的、および機能的パターンを利用することにより、環境健全性評価と生態工学的手法を改善することを目的としている。また、環境に相互作用する要素が複雑に関係した集合体である環境因子群において、生物化学的に管理する上での優先順位を特定することも目的としている。

第1章ではこれら背景を、第2章では以下の議論に必要な準備について述べている。

第3章では、コミュニティの系統発生的関連性、個体群の存在量の分布、およびバクテリオームネットワーク内の種の相互作用 (情報の流れから推測される) のパターンが、生態系の状態推定に役立つことが示されている。具体的には、(1) 細菌プランクトン門の共予測可能性 (直接的な相互作用) と個体群およびコミュニティの存在量の不確実性の間に情報理論的な Kleiber の法則が成立することと、(2) コミュニティが新しい種よりもはるかにゆっくりと増加する様子を系統発生分離率を用いることで説明できることを示している。

第4章では、新しい概念である「生態・環境」曼荼羅を導入する。これは、生息地で定義された分布、種の相互作用、系統発生を考慮したバクテリオームのマルチスケールマップであり、コミュニティ (およびおそらく生態学的共同体) が理論的最適性から相対的にどの程度外れてしているかを表すものである。細菌プランクトンの存在量と相互作用の分布 (それぞれ、べき乗則と指数分布パラ

メーターによって表される)に関連する構造的および機能的特性を考慮した曼荼羅は、これらの逸脱度が生息地によって異なり依存性があることを示した。

第5章では、温度、塩分、栄養負荷など、コミュニティ擾乱の原因となる環境要因を特定し、環境がバクテリオームを不安定にする過程を解明する。その結果、環境因子群における擾乱の様子は、バクテリオームをモデル化したランダムなトポロジーで表せることを示した。

第6章は、結論を述べている。

これを要するに、著者は、コミュニティの最適性を調節する機能的多様性が分類学的豊富さとどのように関係しているかに着目し、個体群およびコミュニティの存在量に Kleiber の法則が成立することを示すとともに、生態系の状態を表す図形表現方法を新たに提案したものである。このアプローチは、様々なスケールとコンテキストに適用可能であり、ローカルおよびグローバルな環境調整を可能にすることから、生態系維持の研究に貢献するところ大なるものがある。よって著者は北海道大学 博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。