

【課題番号】 4-1806

【研究課題名】 サンゴの白化現象メカニズム究明と大規模白化に対する生物化学的防止・救済策の確立

【研究期間】 平成 30 年度～平成 32 年度

【研究代表者（所属機関）】 藤村弘行（琉球大学）

研究の全体概要

本研究ではサンゴの白化に対する生物化学的技術による防止・救済策の確立を目指す。サブテーマは①抗酸化酵素の活性向上に関する研究（白化の近接因子の究明：琉球大学）、②サンゴの栄養供給経路に関する研究（遠隔因子の究明：東京大学）、③栄養供給の改善や抗酸化酵素活性の向上の生理・生化学的効果を診断する技術に関する研究（分子レベルの適応機作の究明：筑波大学）、④提案されたサンゴの白化防止・救済策を実海域に適用した場合の効果の検証（モデルによる白化防止・救済策の組織化：東京工業大学）で構成され、各班の成果を共有し活用しつつ目標達成を目指す。

本研究では、白化の際の活性酸素種防御機構である抗酸化酵素とサンゴの栄養状態に着目し、防止・救済策を立案する。そのために、体内金属の富化による酵素活性の上昇、紫外線(UV)遮蔽による体内の活性酸素種生成軽減を試み、白化の防止に寄与するか検証する。また、サンゴの栄養供給経路を解明し、栄養供給の改善によりサンゴの健全性・高温耐性を維持増進することで白化を予防する方法、並びに白化発生時に従属栄養的エネルギー獲得をサポートし白化回復を促進する方法を開発する。さらに、マイクロセンシング技術や網羅的遺伝子発現解析を用いてこれらの手法の効果を検証するとともに、エネルギー要求量の算出、遺伝子レベルでの悪影響の評価（バクテリア個体群解析）も同時に行う。室内飼育実験や屋外水槽実験により、これらの防止・救済策の効果の検証を行う。その後、野外添加実験やチャンバー実験、移植操作実験等によりフィールドでの実現可能性をテストする。これらと並行して、環境に対するサンゴの白化応答やそこからの回復過程までを記述できる白化モデルの開発を行い、白化抑制効果や白化からの回復促進効果の再現を行う。このモデルを流動場モデルに統合して生態系スケールに拡張し、防止・救済策の有無で白化状況にどの程度違いが出るかを数値シミュレーションによって推定することで対応策の実効性を検証する。さらに個別の生態系に適した対応策およびその実施規模・期間の決定を支援するシステムを作る。

最終的には、各自白化予防・救済策の効果範囲や費用対効果を検討することで、将来のサンゴ大規模白化に備えた効果的な白化防止・救済策を提案する。

研究の全体概要図

研究課題名: サンゴの白化現象メカニズム究明と大規模白化に対する生物化学的防止・救済策の確立
 研究代表機関: 琉球大学 研究代表者: 藤村弘行

サブテーマ

- ① サンゴ体内の活性酸素生成軽減および抗酸化作用増強による白化防止 (琉球大学)
- ② サンゴの栄養供給経路の可視化とそれに基づく白化予防・救済戦略の構築 (東京大学)
- ③ オミックスとマイクロスケールから見る白化現象に対する適応性 (筑波大学)
- ④ 生体内反応を考慮した白化モデルの開発と白化防止・救済策の効果予測 (東京工業大学)

**分子レベルの
適応機作の究明**
(筑波大学)

組織内・細胞内スケールにおける白化プロセスの生化学的・分子生物学的機序を解明する。

- ・ 遺伝子発現から見た白化過程
- ・ 組織内抗酸化物質の変動
- ・ 白化ストレス下の代謝応答
- ・ 白化の発生・緩和条件
- ・ 遺伝子レベルでの悪影響の評価

**近接因子の究明
- 活性酸素 -**
(琉球大学)

白化の近接因子としての細胞内活性酸素濃度を制御するメカニズムを解明する。

- ・ 低濃度過酸化水素曝露の効果
- ・ 金属元素供給量の影響
- ・ UV遮光による活性酸素制御
- ・ 抗酸化酵素活性向上の評価

**遠隔因子の究明
- エネルギー論 -**
(東京大学)

白化の遠隔因子としてのサンゴのエネルギー・生元素の供給・維持機構を解明する。

- ・ 異なる餌資源の可視化
- ・ 栄養塩供給経路の可視化
- ・ 白化時の従属栄養代謝
- ・ 救済に適する餌資源の特定

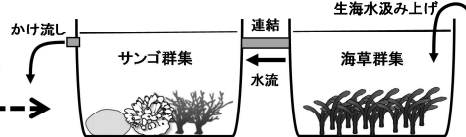
達成目標:
活性酸素の発生制御がサンゴ白化の防止・緩和策となりうるかを検証
 方法:
 ・ 遮光板によるUV強度の制御
 ・ 抗酸化力強化サンゴの移植
 ・ 金属元素の投与

達成目標:
栄養供給の改善がサンゴ白化の予防・救済策となりうるかを検証
 方法:
 ・ 餌供給源となる藻場の配置
 ・ 白化時の人為的給餌
 ・ 栄養塩供給経路の操作

方法:
抗酸化能力向上、栄養供給改善の効果を分子レベルで診断
 ・ 網羅的遺伝子発現解析
 ・ マイクロセンシング

☀️ 屋外水槽実験による効果の検証
(藻場の影響を評価する場合の一例)

連続流水系で評価!



達成目標:
白化から回復するのに必要な生化学的・エネルギー論的条件を定式化

実現可能性テスト:
 ・ 野外添加実験
 ・ 現場遮光実験
 ・ チャンバー実験
 ・ 移植操作実験

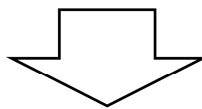
モデル要素

**モデルによる白化防止・
救済策の組織化**
(東京工業大学)

インプット
(モデルの最適化)

分子レベルの機作・近接因子・遠隔因子を統合した白化プロセスを再現する生態系モデルを作成。
 ・ 各種防止・救済策の効果のシミュレーション
 ・ パリ条約の履行状況に応じた白化予測

達成目標:
大規模白化に対する防止・緩和・救済のために効果的な施策とその最適な実施規模・期間について指針を提案



最終達成目標

サンゴの白化メカニズムを究明し、大規模白化に対する防止・救済策を確立する