

論文審査及び最終試験結果報告書

論文提出者氏名： 飯島 真理子

論文題目： リン酸塩によるサンゴの骨格形成阻害メカニズムの解明

審査の概要：

サンゴ礁海域では通常、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$), リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) などの栄養塩類の濃度は著しく低く, これらの栄養塩類が高濃度に検出される海域には, 健全な状態のサンゴ礁は存在しない. このように, 人間活動に伴う海域への栄養塩負荷に伴って, サンゴ礁が減少することは事実として指摘されてはいるものの, その科学的なメカニズムは明らかにされていなかった. この課題に対し本論文は, これら $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{PO}_4\text{-P}$ がサンゴの骨格形成に及ぼす影響を室内モデル実験で検証した. さらに, サンゴ礁海域における栄養塩汚染のフィールド調査を実施し, リン酸塩によるサンゴ減少の理由を明らかにしたものであり, 全3章から構成されている.

第一章では, 大部分のサンゴの骨格を構成する CaCO_3 アラゴナイト結晶をポリアミンと海水を用いて人工的に調製する系で, その反応に栄養塩が及ぼす影響を化学的に検証している. その結果, 硝酸塩は石灰化を阻害しないのに対し, リン酸塩類は顕著な石灰化阻害能があることを見出した. また, $5\ \mu\text{M}$ 以上のリン酸塩類を添加した場合, アラゴナイト結晶は殆ど生じず, 僅かに生じた結晶も歪な形状のものが多かった. また, アラゴナイト結晶には90%以上のリン酸塩が10分以内に吸着した. 以上の結果は, リン酸塩が CaCO_3 結晶の核となる微結晶に吸着することで, 結晶の成長を阻害したり, 形状を歪にすることを示唆している.

第二章では, 代表的な造礁サンゴの一種であるコユビミドリイシ *Acropora digitifera* 稚ポリプを用いて骨格形成に栄養塩が及ぼす影響を検証している. *A. digitifera* 稚ポリプを, 栄養塩を添加した天然海水0.5 mLで水替えしつつ飼育したところ, リン酸塩では $5\ \mu\text{M}$ の添加で骨格形成が阻害されたのに対し, 硝酸塩では $5\ \text{mM}$ の添加でも影響は見られなかった. さらに, 同じリン酸塩濃度でも飼育容量を増やすと, より強く阻害することを確認している. また, 蛍光をもつリン酸化合物 (FITC-AA) を調製しサンゴ稚ポリプに添加したところ, 数分以内に底面骨格および石灰化母液が蛍光染色され, 底面骨格の伸長は12時間後でも確認できなかった. FITC-AA は石灰化母液に素早く到達し, 細胞内では検出されないことから, 造骨細胞の細胞間の隙間を通して石灰化母

液や骨格へ到達することが明らかになった。

第三章では与論島の栄養塩動態と、底質に吸着したリン酸塩がサンゴ稚ポリプの骨格形成に及ぼす影響を検証している。沿岸域の大金久海岸の海底湧水では、地下水と同様の濃度の $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ が検出されたことから、沿岸域の地下水中に涵養した栄養塩が海底湧水から海域に流出している実態を明らかにした。その一方、海底湧水から離れても底質の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は海底湧水付近の底質と同程度であることを見出し、底質に吸着したリン酸塩のサンゴの骨格形成への影響を室内実験で明らかにした。これらにより、底質に吸着していたオルソリン酸塩の一部が脱着してサンゴの骨格形成を阻害したと推定している。

飯島氏による本論文は、栄養塩のサンゴへの影響を解析するために、人工的な CaCO_3 アラゴナイト結晶形成や稚ポリプを用いる新たな手法を開発し、骨格形成メカニズムにおけるリン酸塩の影響を明らかにした。また、飼育海水中に含まれるリン酸塩が直接的に骨格形成に影響を与えることを明らかにした点でも、大いに評価できると考える。さらに、島嶼沿岸域の栄養塩動態調査から、石灰質の底質にリン酸塩が吸着することに注目して、稚ポリプに対する影響を明らかにしたことは、サンゴ礁でのサンゴの衰退を説明しうる新たな視点を加えている点で独創的である。これらの知見はサンゴの骨格形成の研究ばかりでなく、今後のサンゴ礁海域での栄養塩負荷対策にも大いに貢献する。

平成 31 年 1 月 16 日に実施した最終試験において飯島氏は、論文内容並びに関連分野に関して学位を受けるに必要な学識を持つことが認められている。以上から、審査員一同は飯島氏を北里大学・博士(水産学)の学位を授与するに値するものと判定した。

論文審査担当者:

主査 北里大学

教授

佐藤 繁



副査 産業技術総合研究所

主任研究員

井口 亮



北里大学

特任教授

渡部 終五



北里大学

講師

安元 剛



北里大学

准教授

神保 充

