

論 文 要 旨

論 文 題 目

Spatiotemporal variation of water quality and an investigation into the cause of deterioration
of water quality in high-latitude coral reefs in the Ryukyu Archipelago
(琉球列島の高緯度サンゴ礁における水質の時空間変動および水質悪化の要因の究明)

サンゴ礁の海水は貧栄養で透明度が高いため、わずかな水質変化がサンゴ群集に深刻な影響を与える可能性がある。しかし琉球列島では、サンゴ礁の水質に関する体系的な理解は得られていない。そこで、琉球列島のサンゴ礁の栄養塩と濁度の時空間変動を明らかにし、島間での富栄養化レベルを比較するため、サンゴ群集の状態が異なるサンゴ礁でそれぞれ水質測定を行い、下記の結果を得た。(1) 石西礁湖では、濁度と $\text{NO}_x\text{-N}$ ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$) 濃度は風速の増加と共に増加したが、クロロフィル *a* および $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変動は、半閉鎖的な礁湖内では水温と光量の季節性によって主に支配されていたと考えられる。礁湖内では、礁湖外よりも濁度、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度、夏のクロロフィル *a* 濃度が高く、水温の変動が大きかった。したがって、これらの水質変化による複合的な影響が、礁湖内のサンゴ群集の回復に負の影響を及ぼしていたのかもしれない。(2) 更新世の石灰岩が優占する白保礁池では、大量降雨時の最初の出水によって、河川水は大量の栄養塩と濁質をサンゴ礁に供給していた。一方、非大量降雨時には、地下水と河川水の両方が、N が豊富な淡水をサンゴ礁に供給していた。(3) 沖縄島では、石西礁湖や慶良間諸島に比べ、礁縁での溶存無機窒素濃度が有意に高かった。沖縄島の中では、他の地域に比べ、南部の都市化および農業化された地域で高かった。これは、礁池と礁縁の両方の海水が、既に富栄養化していることを意味する。沖縄島における 1998 年の大量白化後のサンゴ群集の遅い回復や慢性的なオニヒトデの発生は、この富栄養化に起因している可能性が高い。今後は、粒状態および溶存有機態栄養塩のような他の栄養塩濃度を含む水質モニタリングを実施し、さらに、水質変動がサンゴ群集に実際に及ぼしている影響を調べていくべきであろう。サンゴ礁群集に有害な可能性のある物質の陸からの排出量を制御することが、琉球列島のサンゴ礁を保全するための効果的な解決方法であると推測される。

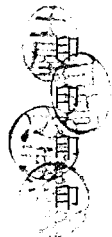
氏 名 森 本 直 子

平成 21 年 2 月 16 日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

| | |
|-------|-------|
| 主査 氏名 | 土屋 誠 |
| 副査 氏名 | 日高 道雄 |
| 副査 氏名 | 広瀬 裕一 |
| 副査 氏名 | 酒井 一彦 |



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 申請者 | 専攻名 海洋環境学 氏名 森本 直子 学籍番号 | |
| 指導教員名 | 土屋 誠 | |
| 成績評価 | 学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 | 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 |
| 論文題目 | Spatiotemporal variation of water quality and an investigation into the cause of deterioration of water quality in high-latitude coral reefs in the Ryukyu Archipelago (琉球列島の高緯度サンゴ礁における水質の時空間変動および水質悪化の要因の究明) | |
| <p>審査要旨（2000字以内）</p> <p>本論文は、サンゴ礁として高緯度に位置する琉球列島の海域の水質について、採水調査および水質分析を行い、地形の違いと気象変化がもたらす水質の時空間変動のパターンを体系的に明らかにすることを目的とすると共に、地域間の水質を比較し、琉球列島で進行するサンゴ礁水質の悪化を浮き彫りにしようとした研究である。</p> <p>国内最大のサンゴ礁である石西礁湖において、通年に渡るモニタリングを行った。濁度とNO_x-N濃度は風速の増加と共に増加したが、クロロフィルaおよびNH₄-N濃度は、礁湖内</p> | | |

審査要旨

では夏冬の季節の違いによって変動し、礁湖外の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、降水量の増加によって増加したことを明らかにした。濁度の増加は、海底堆積物の再懸濁に起因し、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度の増加は、風速増加で強められた鉛直混合によって促進された、サンゴ礁間隙生物の再生作用による栄養塩放出に起因したと推測した。一方、礁湖内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、夏の高温・強光と長い海水の滞留によって生物吸収が促進されたことにより、夏に減少したと主に考えられることを示し、礁湖内で冬よりも夏に高かったクロロフィルa濃度の変動によって、それが支持されることも併せて提示した。

また石垣島の白保礁池では、梅雨期の河川水質の時間変動と礁池水質の空間分布を調査し、短期だが高栄養塩濃度・高濁度である降雨による河川出水が実際にサンゴ礁に及ぼす影響と、陸水流入がサンゴ礁水質に及ぼす影響を明らかにした。河川水では、大量降雨時の最初の出水によって、大量の栄養塩と濁質をサンゴ礁に供給していたが、非大量降雨時には、恐らく地下水と同様の水源を持つ河川水が、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が豊富な淡水をサンゴ礁に供給していたことを示した。礁池水では、高栄養塩濃度・高濁度の陸水流入が、水質の空間分布を決定する主な変動要因となっていたことを明らかにし、非降雨時の岸側では植物プランクトンや藻類の成長がリンによって制限されていたが、沖側、また降雨時の岸側も沖側では、窒素によって成長が制限されていたことも示した。

さらに沖縄島の礁縁では、石西礁湖と慶良間諸島の礁縁に比べ、溶存無機窒素濃度が有意に高かったことを示し、沖縄島の中では、南部の都市化および農業化された地域で特に溶存無機窒素濃度が高かったことを明らかにした。塩分と栄養塩濃度の負相関関係から、沖縄島での水質悪化は陸水流入に起因すると推測されることを示し、さらに、これは礁池と礁縁の両方の海水が、既に富栄養化していることを意味することから、沖縄島でのサンゴ礁の水質改善の必要性を述べた。

本研究は、高精度での水質分析技術を適用し、琉球列島の水質の時空間変動と地域間の水質悪化の程度の違いを初めて明らかにした点で高く評価される。またサンゴ礁の栄養塩濃度・濁度と塩分との関係に着目して陸水流入に起因することを明らかにし、高緯度サンゴ礁が抱える気象の時間変動と地形の違いに着目し、体系的にサンゴ礁水質の時空間変動パターンを明らかにした点でも高く評価される。

審査は規則に則し、公正に実施した。予備審査においては、提出された原稿が博士学位論文に値する内容であるかを、審査員全員が原稿を熟読し、検討した。その結果提出された原稿に対して、多くの改良すべき点を審査員が指摘し、申請者が、不明な点は直接審査委員と議論して原稿を改良し、改訂稿を提出した。改訂稿を審査員全員で再度熟読し、改訂稿が博士学位論文に値する内容であるという結論に達した。また公表した学術論文の学が基準を満たしていることを確認した。さらに口頭発表による最終試験を実施した結果、申請者は学位論文の内容を的確に発表し、質問に対しても適切に答えたため、審査員全員一致で、申請者が博士学位を取得するに値する能力を有すると判断し、合格と判定した。