



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Porites coral growth in response to land development stress and temperate environmental variables in North-West Pacific. [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	岨, 康輝
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11498号
Issue Date	2014-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56688
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Koki_Sowa_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 岨 康 輝

学 位 論 文 題 名

Porites coral growth in response to land development stress and
temperate environmental variables in North-West Pacific.

(北西太平洋海域の土地開発ストレスと温帯環境変動に対するハマサンゴ属の成長応答)

はじめに

1990年代以降、グレートバリアリーフ、紅海やタイなどで、造礁性塊状サンゴの骨格成長(以下、サンゴの成長)減少が記録された。この原因として、海水温上昇や大気二酸化炭素濃度上昇に伴う海洋酸性化による負の影響である可能性が示唆された。一方で、カリブ海や西オーストラリアの高緯度サンゴの成長は、過去100年間で上昇もしくは傾向がないことが明らかになった。しかし、これらの現象は、地球全体の環境変動である海水温上昇と海洋酸性化の影響（アラゴナイト飽和度の低下）を含めたサンゴの成長モデルでは、再現できなかった。

その原因として、人為起源(土砂や栄養塩の流出等)のストレスでサンゴが高水温ストレスに対して弱くなった可能性が示唆されたが、人為起源のストレスの何が、どのようにサンゴの成長に作用した結果であるかが不明であり、かつそれが現代特有の現象であるかどうか不明であった。また、近接したサンゴ礁内外のサンゴの成長変遷が異なるため、海水温やアラゴナイト飽和度以外の要因がサンゴの成長を制限している可能性が示唆されたが、サンゴの成長と比較するための環境情報が不足しており、詳細な検討が困難であった。これらの問題は、サンゴの成長と対応させるための環境情報が十分に揃っていないことと、成長分析の時間軸精度が不十分であることに起因している。そこで本研究は環境情報が十分に揃っている北西太平洋域でサンゴの採取を行うことで、環境情報不足の問題を解決する試みを行った。また、サンゴの炭酸カルシウムのSr/Ca比や $\delta^{18}\text{O}$ は海水温と共変動することから、高精度の時間軸を定量的に挿入できる。そこで、本研究はサンゴの成長分析に地球化学分析を併用することで、時間軸の精度の問題を解決する方法を採用した。

本研究は、上記の問題解決アプローチ方法を基に、人為的な土地開発にともなう土砂および栄養塩の流出がハマサンゴ属(以下、サンゴ)の成長に及ぼした過程を明らかにすること、それらの現象が現代に特有なことであったのかどうかを検討すること、サンゴの成長に影響を与えている他の環境因子を検討すること、を目的とした。

サンゴの成長分析手法および誤差推定手法の確立

サンゴの成長は、骨格密度、伸長量、およびそれらの積である石灰化量で表される。これまでの研究では、骨格密度の測定誤差を明確にしてこなかった。そこで、海洋研究開発機構で堆積物コア用に開発された軟X線画像撮影装置(TATSCAN-X1)をサンゴの成長分析に用いるため、測定手法および解析ソフトウェアの開発、さらに骨格密度の誤差推定計算手法の確立を行った。その結果、本研究で用いたサンゴの骨格密度の不確かさ($k=1$)は、 0.05 g cm^{-3} 以下と評価した。

人為的な土地開発の影響；変遷過程

土地開発史と環境情報が揃っている、沖縄県石垣島白保サンゴ礁でサンゴ群体とサンゴコアを採取し、人為的な土地開発にともなう土砂および栄養塩の流出がサンゴの成長に及ぼした影響を評価した。本研究では、サンゴ群体の骨格密度が、河口付近で岸に近づくにつれて低下していたことを明らかにし、それらは河川の影響を受けていると解釈した。また採取位置同士が近いサンゴコアの骨格密度の時間変遷が一致していることを明らかにした。さらに、最も河川に近いサンゴの成長史と土地開発および環境情報を比較した結果、1960年代後半から1980年代後半の前後にかけて石灰化量と骨格密度が低下していること、そしてそれらが土地開発史と調和的であることを明らかにした。一方で、成長の変化が起こる前後で、サンゴの成長に対する環境応答因子が変化していたことを明らかにした。サンゴの斃死がコア試料から確認できなかったことから、これらは、分析したサンゴが土地開発による環境変動に順応/適応した結果である可能性を示唆している。

人為的な土地開発の影響；現代特有性

石垣島の西に位置する名蔵から、現世サンゴ(13年)、約1200年前(10年)、約3500年前(38年)の化石サンゴを採取して、地球化学分析(海水温をSr/Ca比、土砂と栄養塩をBa/Ca比)で過去の環境変動を復元し、サンゴの成長量と環境変動の関係性を検討した。現世サンゴのSr/Ca比と海水温の比較から古水温計を作成し、過去の海水温を復元した。その結果、1200年前は年平均海水温が、3500年前は冬期と年平均海水温が現在よりも低いことを明らかにした。また、Ba/Ca比は現生サンゴのみ冬期に最高値をもつ年周期性を持っており、土砂流出時期と調和的であった。土砂流出はサトウキビ畑の収穫時期に関与していることから、Ba/Ca比を土砂と栄養塩流出量の指標とした。次に、サンゴの成長と(古)環境因子を比較した結果、現生サンゴの石灰化量は海水温と冬期Ba/Ca比に対して負の相関を持っていたこと、化石サンゴは高水温ストレスやBa/Ca比と関係がないことを明らかにした。以上の結果は、サンゴの成長に対する人為的な土地開発の影響が現代特有の現象であることを示唆している。

高緯度サンゴの成長を制限する環境因子の検討

高緯度域のサンゴ生息域では、熱帯や亜熱帯のサンゴ礁よりも栄養塩濃度やクロロフィル値が高いこと、また関連する透視度が年間を通して変化することが特徴的である。そこで本章では、透視度が高緯度のサンゴの成長を制限する環境因子であるかどうかを検討した。サンゴの試料は、鹿児島県甕島(*P. heronensis*)、高知県竜串(*P. lutea*)、和歌山県串本(*P. lutea*)から採取し、成長量と環境因子(海水温、アラゴナイト飽和度、透視度、日照時間、降水量、塩分)の比較を行った。その結果、竜串と串本では透視度の低下に伴いサンゴの石灰化量が増加することを明らかにした。透視度の低下は、クロロフィル量の増加と関連していることから、高緯度に生息する*P. lutea* は熱帯・亜熱帯サンゴに比べて、従属栄養の依存性が高いと解釈できる。一方で、甕島の*P. heronensis*の石灰化量は、日照時間に対して負の相関を示した。日照時間は春期の植物プランクトンのブルームおよび透視度の低下と関連している可能性がある。そのため、甕島サンゴの石灰化量は、透視度に対して負の相関関係になっている可能性がある。これらの結果は、サンゴの成長が地球全体の環境変動である海水温上昇や海洋酸性化よりも、地域的な環境変動の影響を受けやすいことを示唆している。

まとめ

本研究は、土地開発のストレスがサンゴの成長(石灰化量と骨格密度)の低下を引き起こすことと、その影響は現代特有であることを明らかにした。また、高緯度に生息するサンゴは透視度と日照時間が成長の制限要因になっていることを示唆した。本研究結果は、サンゴの成長が地球全体よりも地域的な環境変動の影響を受けやすいことを示唆している。今後、本研究手法を広範囲で展開することで、地球全体および地域特有の環境変動に対するサンゴの成長応答を詳細に明らかにすることができ、かつ将来のサンゴ礁の盛衰を高精度で予測することを可能にする。