HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Reef disturbance archives in coral sclerochronological proxies and the responses on skeletal calcification [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	伊藤, 早織
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14196号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79567
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Saori_Ito_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　　伊　藤　早　織

学 位 論 文 題 名

Reef disturbance archives in coral sclerochronological proxies and the responses on skeletal calcification
（サンゴ骨格中の古環境指標及び成長パラメータに記録された生息環境の撹乱と石灰化応答）

【はじめに】

熱帯・亜熱帯を中心に広がるサンゴ礁は，ローカル／グローバルな規模で自然要因及び人為的要因による撹乱の危機に直面している（例えば，長期的な気候変動，一時的な気象現象，人間活動など）．局地的な集中豪雨の頻度，大規模な津波を伴う地震の発生頻度，人間活動などの増加が懸念されているサンゴ礁海域においては，サンゴ礁環境が撹乱される可能性が指摘されている．このような状況にも関わらず，サンゴ礁環境の撹乱を把握するための継続的な被覆度モニタリングや定点観測が実施され，ローカルベースかつ時空間的なデータが得られる海域は非常に限られている．また，モニタリング等の定性的な手法は時系列が不連続であるゆえにサンゴ礁環境の変化を評価するには限界があることが課題として指摘される．一方で，サンゴ礁環境の撹乱の時間変化は造礁サンゴの石灰化応答により定量的に評価することができる．造礁サンゴが有する骨格年輪の成長方向に沿って化学分析を行うことにより，過去数百年間のサンゴ礁における環境の変化を高時間解像度で復元することができる．したがって，造礁サンゴ骨格は撹乱現象によるサンゴ礁環境の変化とそれに対する石灰化応答を詳細に理解できるツールとしての可能性を持つ．本研究は「自然・人為的なサンゴ礁環境の撹乱（地震による海底の隆起及び津波，豪雨・洪水による土砂流入，産業変遷）はどのように引き起こされるのか」「サンゴ骨格はサンゴ礁環境の撹乱をどのように記録するのか」「環境撹乱に対してサンゴ骨格（石灰化）はどのように応答するのか」という疑問に対し，サンゴ骨格中に記録される古環境復元指標の化学分析及び成長パラメータ解析，フィールドワークによって得られた産業変遷のアーカイブと組み合わせることで定量的かつ連続的な時系列をもって詳細に考察することを目的とする．

【手法】

本研究は，インドネシア・シメル島（地震による海底の隆起及び津波），鹿児島県・喜界島（地震による津波），鹿児島県・奄美大島（豪雨・洪水による土砂流入，産業変遷）の3ヶ所で採取されたハマサンゴ骨格の柱状試料を用いた．群体表面の生体部を含む柱状試料の頂部から板状試料を切り出し，蒸留水で超音波洗浄して分析に用いた．軟X線画像の撮影によってサンゴ骨格の密度バンド（年輪）を観察し，最大成長軸に沿って分析測線を決定した．次に，分析側線に沿ってサンゴ骨格から粉末試料を削り出し、酸素・炭素安定同位体比及び微量元素比分析（Sr/Ca比，Mg/Ca比，Ba/Ca比）を分析した．試料の年代は骨格年輪及び年周期を示す古環境復元指標，U/Th年代測定結果をもとに決定した．いずれの試料も骨格成長パラメータ（年間伸長量，年間平均密度，年間石灰化量）を算出し，その変動を解析した．また，一部の研究対象地域において水試料を採取して化学組成を分析した．文献調査及びインタビュー調査によって周辺地域の産業変遷データを取得し，上述の試料の分析結果と比較した．

【結果と考察】

(1) インドネシア産の造礁サンゴ骨格を用いた地震（海底の隆起，津波）由来のサンゴ礁環境の撹乱

本研究は，2004年12月及び2005年3月にインドネシアで発生したスマトラ島沖地震がもたらすサンゴ礁撹乱現象を対象とした．撹乱現象の発生を示すシグナルはサンゴ骨格の表面（ストレスバンド，グリーンバンド，土砂物質の取り込み）及び成長パラメータ（年間伸長量の低下）に確認され，地震イベントがサンゴの骨格成長を一時的に阻害したことが明らかとなった．地震に伴った海底の隆起はサンゴが生息する水深（サンゴが受ける光量）を変化させ，その影響は骨格中の炭素安定同位体比（隆起前後における有意なステップチェンジ）と骨格成長に現れた．水深と隆起量が異なる複数の試料を比較することで，造礁サンゴ骨格に記録された炭素安定同位体比は古地殻変動計として有効であることが示された．

(2) 鹿児島県喜界島産の造礁サンゴ骨格を用いた津波由来のサンゴ礁環境の撹乱

本研究は，1911年6月に喜界島沖で発生した喜界島地震・津波がもたらすサンゴ礁撹乱現象を対象とした．海水中の土砂流量を反映する骨格中のBa/Ca比からは，津波による陸源土砂の海洋流入または砂泥の巻き上げを示唆するピークが検出された．津波イベントは一時的な水中濁度の増加と海水中の土砂流量の増加をもたらし，サンゴ骨格（石灰化）を低下させる要因となりうることが明らかとなった．

(3) 鹿児島県奄美大島産の造礁サンゴ骨格を用いた豪雨・洪水由来のサンゴ礁環境の撹乱

本研究は過去46年間における奄美大島東部の住用湾と2つの河川及び河口域のマングローブ林を対象に，豪雨及び河川氾濫がもたらすサンゴ礁撹乱現象を復元した．撹乱現象の発生を示すシグナルは，骨格中のBa/Ca比記録（スパイク状のピーク）及び骨格成長の応答記録（ストレスバンド，一時的な成長阻害を示す指標のピーク）に確認された．また，大規模な豪雨・洪水イベントにおいては，骨格中のSr/Ca比，Mg/Ca比，サンゴ骨格の記録から復元された海水の酸素安定同位体比が低水温の淡水流入及び低塩分のシグナルを示した．局地的な豪雨は河川流量を増加させて淡水とともに多量の土砂を海洋へ運搬し，サンゴの生息環境を変化させていたことが明らかとなった．また，本研究海域の土砂流量は河口域のマングローブ林が持つ土砂堆積機能によってコントロールされている可能性が見出された．

(4) 鹿児島県奄美大島産の造礁サンゴ骨格を用いた人為的なサンゴ礁環境の撹乱

本研究は過去46年間における奄美大島東部の住用湾及び周辺地域を対象とし，産業変遷がもたらす影響とそれに対するサンゴ骨格の石灰化応答を復元した．サンゴ骨格中のBa/Ca比が示す数十年規模変動は周辺地域における過去46年間の産業変遷を反映しており，産業変遷に伴った土砂流入のリズムの変化が示唆された．海水中の土砂流量の変化はサンゴ骨格の石灰化に影響を与えるが，サンゴ骨格の土砂流入に対する応答は過去46年間で変化していることが明らかとなった．

【結論】

一時的あるいは長期的な生息環境の撹乱を経験した造礁サンゴ骨格には撹乱現象が記録されており，その撹乱現象に対する石灰化応答が明らかとなった．よって，自然／人為的な要因によるサンゴ礁環境の撹乱はサンゴの石灰化を制御する一因であることが示唆された．また，自然／人為的な要因によるサンゴ礁環境撹乱の復元とサンゴ骨格（石灰化）への影響の把握には，造礁サンゴ骨格を用いた地球化学的な時系列アプローチと石灰化応答の解析による定量的アプローチを組み合わせた手法が有効であることが示された．サンゴ礁環境と人間社会が持続可能な関係を継続して築いていくためには，サンゴ礁撹乱とそれに対するサンゴの石灰化応答を時系列かつ定量的に理解することが求められ，造礁サンゴ骨格が記録するサンゴ礁撹乱のアーカイブはその重要な役割を果たすといえる．