

論 文 要 旨

Abstract

論 文 題 目

Title

Coral Skeleton as Indicators of Environmental Changes Associated with
pH, Temperature, Salinity and Aragonite Saturation State of Seawater

Abstract

Uranium and fluorine contents in coral skeletons were determined by the epithermal neutron activation and instrumental neutron activation analyses, respectively. Because of good analytical precision (~2% for uranium and 5% for fluorine) in coral standards, the proposed methods could be usefully applied to determine chemical tracers such as uranium and fluorine in coral skeletons. Fluorine contents were low in corals collected from warmer seawater of Khang Khao (660 ppm) and Cebu (780 ppm) compared to those of Okinawan corals (870 ppm). Skeletal fluorine may be an effective proxy for sea surface temperature (SST). Fluorine content in corals decreases with increasing seawater pH and temperature, and helps in reconstructing past seawater pH and may add information to paleothermometry study. Uranium in coral skeletons also inform environmental conditions such as temperature and uranium concentration of seawater in which corals grew.

A relation between skeletal oxygen isotopes ($\delta^{18}\text{O}$), and SST and sea surface salinity (SSS) was studied using a *Porites lutea* of Khang Khao Island, Thailand. Changes in SSS affect skeletal $\delta^{18}\text{O}$ values. After salinity correction, skeletal $\delta^{18}\text{O}$ values and SSTs showed a relation as: $(\delta^{18}\text{O}_c - \delta^{18}\text{O}_w) = -1.6864 - 0.1285 T (^{\circ}\text{C})$. The good correlation ($r^2 = 0.908$) between skeletal $\delta^{18}\text{O}$ and SST implies that oxygen isotopes in coral skeleton change as a function of sea surface temperature in the upper Gulf of Thailand.

The relation between coral calcification and aragonite (CaCO_3) saturation state of seawater was studied through culture experiments using *Porites* and *Fungia* samples under light and dark conditions at 25°C . Calcification rates (c) of coral samples increased with increasing $\Omega_{\text{aragonite}}$ of seawater during daytime experiments with a linear correlation as, $c = a \Omega + b$ (a, b : constants). The good correlation ($r^2 = 0.865-0.996$) under light conditions indicates that coral calcification significantly depends on $\Omega_{\text{aragonite}}$ of seawater. Both the species also showed dark calcification during nighttime experiments. After normalizing (G in %) calcification rates to the rate at $\Omega_{\text{aragonite}} = 4.6$, the inferred first order model provides a relation as: $G = 29.2 (\Omega_{\text{aragonite}} - 1)$, $r^2 = 0.766$ for *Porites* samples, and $G = 29.4 (\Omega_{\text{aragonite}} - 1)$, $r^2 = 0.811$ for *Fungia* samples during daytime experiments. The model gives a predicted decline in coral calcification by 42% due to the predicted drop of $\Omega_{\text{aragonite}}$ from 4.6 to 3.1 by 2065 AD. The results suggest that carbonate system associated with pH, temperature, salinity and aragonite saturation state of seawater have significant role in coral metabolic processes. The studies on interacting controlling factors could help to understand environmental changes in which corals grew.

Name MIRZA MD. MOZAFFAR HOSSAIN

(様式第5-2号)

2005 年 8 月 12 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 大出 茂

副査 氏 名 渡久山 章

副査 氏 名 大森 保



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 Mirza Md. Mozaffar Hossain 学籍番号 [REDACTED]
指導教官名	大出 茂
成績評価	学位論文 (合格) 不合格 最終試験 (合格) 不合格
論文題目	Coral skeleton as indicators of environmental changes associated with pH, temperature, salinity and aragonite saturation state of seawater
<p>審査要旨（2000字以内）</p> <p>二酸化炭素は地球表層における炭素循環にとって重要な物質であり、赤外線を吸収するために大気の温暖化をもたらす。大気中の二酸化炭素は 19 世紀はじめの 280ppm から 2004 年には 380ppm に増加した。さらに、2100 年にその濃度は 540ppm に達すると予測されている（IPCC, 2001）。大気中の二酸化炭素の増加は地球温暖化（表面海水温度の上昇）ばかりではなく、表層海水の水素イオン濃度(pH)の減少をもたらす。そこで、大気二酸化炭素濃度の増大に伴うサンゴの石灰化の応答に関する研究は意義がある。</p>	

(次頁へ続く)

申請者は、大気二酸化炭素濃度の増加はサンゴ礁海水の温度上昇および pH の低下（酸性側へのシフト）を伴うとの考えから、サンゴ骨格（アラゴナイト結晶）に含まれる微量元素および同位体分析を行ってサンゴが生息していた海の環境（温度、pH など）指標となる元素、同位体を検索した。その結果、サンゴ骨格中のウランとフッ素含量はサンゴが生息していた海水の炭酸イオン（pH とリンク）に規定されることを見出した。そこで、サンゴの石灰化に対する海水の pH の影響について定量的なデータを得るため、pH を変化させた海水中でサンゴ飼育実験を行った。海水の pH を変化させると炭酸塩の化学平衡からその海水のアラゴナイト（炭酸カルシウム）に対する飽和度（ Ω ）を変化させることになる。さて、コブハマサンゴとクサビライシの試料を pH を変えた 4 種の海水中で飼育し、石灰化速度を測定した結果、サンゴの石灰化速度（ R ）と海水のアラゴナイトに対する飽和度（ Ω ）の間には、 $R = k(\Omega - 1)$ の関係が成立することが明らかになった（ k ：速度定数）。したがって、申請者はこれらサンゴの石灰化機構は 1 次反応に規定されると結論した。1800 年ころの大気二酸化炭素（280 ppm）と海水のアルカリ度（2.3 mmol/kg）（pH の推定値は 8.3）から 19 世紀の海水のアラゴナイトに対する飽和度は 4.5 とモデル計算される。 $\Omega = 4.5$ のときのサンゴ石灰化率（ G ）を 100% とすると、上式は一般式として、 $G(\%) = 100(\Omega - 1)/(4.5 - 1)$ となる。2004 年（ $\text{CO}_2 = 377 \text{ ppm}$, $\text{pH} = 8.20$ ）、2100 年（ $\text{CO}_2 = 540 \text{ ppm}$, $\text{pH} = 8.07$ ）の Ω 値はそれぞれ 3.8 および 3.0 と計算される。上式に各 Ω 値を代入すると、 G 値はそれぞれ 80%（2004 年）、57%（2100 年）と計算できる。申請者は、このような化学シミュレーションに照らして、サンゴ石灰化速度は産業革命以前に比べて現在は約 20% 減少しており、2100 年には約 40% 以上減少する可能性があることを示唆した。過去から未来への地球環境変動を予測した申請者の研究成果は意義がある。

本論文の結論は価値があるものである。さらに、最終試験にも合格したことにより、博士の学位を授与される資格があるものと認められた。